ANNALES

DES

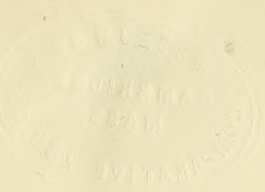
SCIENCES NATURELLES

SIXIÈME SÉRIE

ZOOLOGIE

ET

PALÉONTOLOGIE



PARIS. — IMPRIMERIE DE E. MARTINET, RUE MIGNON, 2

ANNALES

DES

SCIENCES NATURELLES

SIXIÈME SÉRIE

ZOOLOGIE

ET

PALÉONTOLOGIE

COMPRENANT

L'ANATOMIE, LA PHYSIOLOGIE, LA CLASSIFICATION
ET L'HISTOIRE NATURELLE DES ANIMAUX

PUBLIÉES SOUS LA DIRECTION DE

MM. H. ET ALPH. MILNE EDWARDS

TOME VII

PARIS

G. MASSON, ÉDITEUR

LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE DE PARIS

Boulevard Saint-Germain, en face de l'École de médecine

1878

RECHERCHES

POUR SERVIR

A L'HISTOIRE DU BATONNET OPTIQUE

CHEZ LES CRUSTACÉS ET LES VERS

Par M. JOANNES CHATIN.

[Suite (1)]

CHAPITRE VI.

ÉTUDE DU BATONNET OPTIQUE CHEZ DIVERS TYPES DE LA CLASSE DES CRUSTACÉS (2).

ASTACUS FLUVIATILIS, Latr. (3).

De tous les Crustacés, celui-ci a été le plus fréquemment étudié, aussi doit-on s'étonner de trouver son histoire anatomique encore si peu avancée, malgré le nombre et la valeur des travaux qui lui ont été consacrés. Pour s'en convaincre, il suffit de se reporter aux notions acquises aujourd'hui sur la constitution de ses bâtonnets optiques.

On sait comment, sous les noms de « cônes » et de « filaments du nerf optique », Müller (4) a décrit nos cônes et bâtonnets actuels, s'attachant bien plus à la comparaison des diverses variétés de pigment qu'aux caractères propres des éléments. Gottsche (5), Leydig (6) même, ne sont guère moins

(1) Voyez tome V, article n° 9.

(2) L'ordre dans lequel ces espèces seront examinées ici est celui qui permet de saisir le mieux la succession des divers états sous lesquels se présente le bâtonnet.

(3) Fig. 1-4.

(4) Müller, *loc. cit.*

(5) Gottsche, *Beitrag zur Anatomie und Physiologie des Auges der Krebse und Fliegen* (*Müller's Archiv*, 1852, p. 483).

(6) Leydig, *loc. cit.*

vagues. M. Lemoine (1), dans son travail, plus récent et plus complet, semble encore trop exclusivement guidé par les mêmes préoccupations que ses devanciers.

Que les facettes cornéennes soient réellement quadrilatères ou hexagonales, que telle partie mérite le nom de cristallin ou celui de corps vitré, que les teintes du pigment soient insensiblement graduées ou qu'elles passent brusquement de l'une à l'autre, ce sont autant de questions d'une importance fort secondaire et d'une discussion bien stérile; ce qui importe davantage, c'est d'établir avec précision les caractères et les relations du corps bacillaire.

Au-dessous de la cornée sont les cônes de forme ovalaire, et dans lesquels certains observateurs, dominés par les résultats constatés (?) chez les Insectes, ont voulu retrouver deux zones représentant, l'une le corps vitré, l'autre le cristallin.

A ces cônes (2) succèdent des bâtonnets assez allongés et que les auteurs s'accordent à décrire comme de simples filaments brunâtres, sans leur attribuer aucune de ces tuniques musculeuses dont ils ont pourvu si généreusement les bâtonnets de la plupart des Arthropodes, et sans y mentionner même aucune trace de stries. De fait, une observation rapide, l'emploi trop exclusif et trop précipité de la glycérine, expliquent ce silence; il s'impose surtout lorsqu'on opère sur des animaux morts depuis quelque temps et chez lesquels le pigment, diffluant de toutes parts, ne permet plus de reconnaître nettement la structure des bâtonnets.

On y parvient au contraire de la manière suivante : Sur un animal vivant, on ampute l'œil d'un coup de ciseaux, puis on isole rapidement les bâtonnets dans une goutte d'eau distillée, ou mieux dans une goutte de liquide cavitaire obtenu en ponctionnant un des anneaux abdominaux de l'Écrevisse. On distingue alors, avec un grossissement de $\frac{300}{1}$ à $\frac{400}{1}$, d'élégants

(1) Lemoine, *loc. cit.*

(2) On peut assez facilement reconnaître les quatre pièces, sensiblement piriformes, qui entrent dans leur constitution. (Voy. Leydig, *Zum feineren Bau der Arthropoden*, in *Archiv. für Anatomie*, 1855, pl. 17, etc.)

bâtonnets colorés en rose pâle, striés en travers et séparés par leurs gaînes pigmentaires. Il y a donc loin de cet état à celui que je rappelais précédemment d'après les auteurs. Si l'observation se prolonge ou si l'on ajoute un excès de liquide, on voit les bâtonnets se séparer en segments discoïdaux, répondant aux stries transversales.

L'acide osmique peut également ici, comme pour les autres types qui vont être étudiés, rendre d'excellents services, soit que l'on désire constater la nature propre du bâtonnet, soit qu'on veuille corroborer ainsi les résultats relatifs à la signification des stries bacillaires. Pour cette dernière recherche, j'ai suivi la méthode suivante, peu différente de celle qui avait été adoptée, dans des cas fort analogues, par Schultze et par M. le professeur Ranvier : Sur un œil qui vient d'être enlevé à l'animal vivant, je pratique une coupe parallèle au grand axe ; puis, sur la masse des bâtonnets ainsi mis à nu, et prenant toutes les précautions nécessaires, je porte une goutte de la solution *concentrée* d'acide hyperosmique ; la lame porte-objet est ensuite recouverte par une petite cloche de verre pouvant s'y appliquer exactement. Quelques instants après, la préparation est lavée avec de l'eau distillée pour enlever l'excès d'acide ; la masse des corps bacillaires est dilacérée lentement dans la glycérine étendue d'un tiers d'eau distillée ; le tout est recouvert avec une lamelle mince. Observant alors avec l'objectif n° 7 de Verick (l'objectif n° 6 est même parfois suffisant), on constate de la manière la plus nette, sur ces bâtonnets de l'Écrevisse, des stries noires également distancées et séparant le filament bacillaire en une suite de petits disques empilés qui répondent aux segments que l'emploi de l'eau ou du liquide cavitaire permet de séparer si rapidement (1).

Je crois inutile d'insister sur l'importance de ces résultats,

(1) Ces faits, communiqués l'an dernier à la Société philomathique (séances des 8 avril et 27 mai 1876) et à la Société de biologie (séances des 6 et 13 mai 1876), ont été récemment confirmés par Boll (voy. in *Monatsbericht*, 1876, note présentée à l'Académie des sciences de Berlin par Dubois-Reymond, au nom de Boll, dans la séance du 23 novembre).

qui déterminent la valeur réelle des stries du bâtonnet et permettent de distinguer nettement les diverses parties que nous allons retrouver dans les Crustacés dont l'étude va suivre.

Homarus vulgaris, Edw. (1).

L'examen de ce type fournit des résultats tellement comparables à ceux de l'Écrevisse, que je dois me borner à les indiquer, sous peine de retracer ici les mêmes particularités qui viennent d'être énoncées.

Les bâtonnets offrent encore une coloration propre, mais répondant à une teinte plus pâle que dans l'*Astacus fluviatilis;* ils possèdent des stries assez faciles à distinguer et se trouvent entourés par des gaînes pigmentaires d'un brun foncé.

Lorsque ces corps ont été placés dans l'eau distillée, le liquide cavitaire ou l'iodosérum, on les voit se décomposer en segments empilés ; une compression légère et convenablement graduée hâte le phénomène dans des proportions notables (2).

L'emploi de la glycérine pure doit être encore évité, car il détermine une rétraction du bâtonnet, qui se recroqueville sur lui-même, entouré de sa gaîne pigmentaire, de sorte qu'on se trouve dans l'impossibilité d'apprécier ses caractères propres.

Squilla Desmarestii, Risso (3).

Les Squilles peuvent être comptées au nombre des rares Crustacés chez lesquels, en dehors de l'Écrevisse, on ait cherché à examiner la structure de l'œil ; la plupart des espèces se prêtent effectivement fort bien à de semblables études et traduisent un type d'organisation supérieure, comme on va pouvoir en juger par les détails suivants empruntés à l'une des Squilles les plus communes de la Méditerranée.

Sur une coupe verticale de l'œil durci dans l'alcool, l'acide

(1) Fig. 5.

(2) Il convient de faire usage du grossissement déjà indiqué (ocul. n° 1, object. n° 6 de Verick).

(3) Fig. 6-9.

chromique, etc., on voit (1) d'abord la cornée (2) formée de deux zones (3), l'une extérieure et presque anhiste (4), l'autre interne et formée de lamelles superposées qui donnent à ce segment un aspect stratifié (5); des bandes sombres s'élèvent perpendiculairement à ces lamelles et les traversent dans les intervalles correspondant aux bords des bâtonnets sous-jacents.

Le cône, situé au-dessous de cette zone cornéenne, affecte une forme cylindro-conique assez constante (6). Les cellules de Semper perdent de bonne heure tout caractère distinct et pourraient être aisément méconnues, si l'on se bornait à l'étude de l'animal adulte. — Sur les bords du cône se prolongent les cellules de la gaîne pigmentaire (7) dont les caractères spéciaux persistent ici plus longtemps que dans la plupart des cas.

Le bâtonnet proprement dit (8), assez mince dans sa portion inférieure (9) ou initiale, ne tarde pas à se renfler lorsqu'il arrive dans le voisinage du cône (10), mais on ne trouve pas chez le *S. Desmarestii* de renflement débutant brusquement comme dans plusieurs autres Crustacés; le bâtonnet y augmente progressivement de volume, de façon à entourer largement, par sa portion ainsi dilatée, la base du cône qui lui est superposé (11). J'ai pu constater souvent, mais non constamment, une subdivision du bâtonnet en « fibres », lesquelles étaient moins grêles que dans les types où j'aurai bientôt l'occasion de les décrire.

Dans cette espèce, comme chez les *Astacus*, etc., on remarque de nombreuses variations dans le mode de coloration du pig-

(1) Fig. 6.
(2) Fig. 6 *a*, *b*.
(3) Id.
(4) Fig. 6 *a*.
(5) Fig. 6 *b*. Les Squilles, et surtout le *S. Desmarestii*, permettent de reconnaître très-facilement cette structure, indiquée du reste chez les Crustacés décapodes par divers auteurs (voy. Lemoine, *loc. cit.*, etc.).
(6) Fig. 7 *a*.
(7) Fig. 7 *c*.
(8) Fig. 7 *b*.
(9) Fig. 7. Le bâtonnet devient même parfois filiforme vers son extrémité inférieure, mais le fait est rare chez le *S. Desmarestii*.
(10) Fig. 7.
(11) Id.

ment, qui se montre tantôt avec une teinte rouge éclatante, tantôt avec une couleur brune fort sombre, abstraction faite de l'aspect particulier du bâtonnet proprement dit.

GALATEA STRIGOSA (1).

Par le volume de leurs yeux, par la complication de ces organes et la différenciation des éléments qui les composent, les Galatées doivent être rangées au nombre des types les plus intéressants de la série (2).

Chez le *Galatea strigosa*, que je décris plus spécialement en raison des dispositions caractéristiques de ses bâtonnets, on observe, sur la coupe verticale de l'œil, au-dessous d'une cornée assez épaisse et lamelleuse, une couche de cellules analogues à celles qu'on rencontre, avec la même situation, dans les types voisins et que l'on reconnaît aisément pour les cellules de Semper (3). Ici donc, comme en un certain nombre d'autres espèces, ces éléments persistent, encore distincts, alors que les facettes cornéennes d'une part, et les cônes réfringents d'un autre côté, sont déjà nettement constitués et différenciés.

Au-dessous de cette zone cellulaire qui se distingue facilement par son aspect réfringent et hyalin, se trouvent les cônes (4), dont les dimensions sont assez considérables; leurs faces supérieures, sensiblement planes, sont limitées par les cellules de Semper avec lesquelles ces parties présentent d'étroites connexions. Vers le centre du cône, dans son axe, si je puis m'exprimer ainsi, on peut facilement, par une variation convenable de l'éclairage, apercevoir la ligne d'intersection des pièces constituantes. Une observation rapide pourrait induire en erreur sur l'interprétation de cette ligne et la faire considérer

(1) Fig. 10-13.
(2) Voy. Gottsche, *Beitrag zur Anatomie und Physiologie des Auges der Krebse und Fliegen* (*Müller's Archiv.*, 1852, t. XI, p. 483 et suiv.).
(3) Fig. 10 *a*.
(4) Fig. 10 *b*.

comme un filament central, indépendant du cône ; un examen attentif ne permet pas de conserver une semblable opinion. La partie inférieure du cône est sensiblement effilée et se trouve reçue dans la portion voisine du bâtonnet.

Ce dernier (1), fort grêle en général dans sa portion initiale ou inférieure (2), ne tarde pas à augmenter rapidement de volume et à prendre une forme plus ou moins prismatique (3) ; il offre parfois un ou deux renflements terminaux (4), et j'ai toujours vu le corps bacillaire se séparer, dans cette région, en un certain nombre de laciniations (5) qui répondent aux « fibres » de quelques auteurs allemands et sont le plus souvent représentées par quatre ou cinq bandelettes très-minces qui accompagnent le cône jusque vers le tiers de sa portion inférieure.

Tout le bâtonnet montre des stries régulièrement espacées et qui sembleraient, au premier abord, indiquer l'existence de cette tunique musculeuse qu'on s'attend à rencontrer chez tous les Arthropodes, lorsqu'on se reporte à la lecture de certains mémoires ; mais ici, pas plus qu'en aucun autre des types que j'ai examinés, je n'ai pu constater le moindre caractère qui fût favorable à cette manière de voir.

Le pigment est brunâtre et présente, soit dans sa constitution propre, soit dans son mode de localisation, des détails fort semblables à ceux que j'ai signalés dans les Squilles et les Paguriens ; il est donc inutile d'y insister.

Je ne saurais trop recommander l'étude des Galatées aux observateurs désireux d'apprécier les rapports et la valeur des diverses parties du bâtonnet optique, et je leur conseille de s'aider dans leurs recherches du secours des réactifs colorants et particulièrement du picrocarminate d'ammoniaque, sous l'influence duquel les différentes zones (cornée, cellules de Semper,

(1) Fig. 10 *c*, etc.
(2) Id.
(3) Fig. 10 et 12.
(4) Id.
(5) Fig. 13.

cône, etc.) prennent des teintes particulières et capables de les faire distinguer aisément (1).

PAGURUS STRIATUS, Latr. (2).

Dans ce genre, comme dans les deux suivants, les bâtonnets optiques se présentent avec une organisation suffisamment compliquée pour qu'on puisse ranger à ce point de vue les Paguriens parmi les Crustacés supérieurs.

Au-dessous d'une cornée assez épaisse et dont les facettes répondent généralement à la forme hexagonale, se trouve la zone des cellules de Semper, demeurant distinctes durant assez longtemps, surtout si l'on se rappelle les résultats fournis par l'examen de divers autres types. Il est aisé de distinguer ces cellules de la couche cornéenne par l'emploi de certains réactifs, comme le picrocarminate d'ammoniaque; celui-ci colore effectivement en rose les éléments de Semper, tandis que les facettes cornéennes prennent une teinte jaune très-prononcée. Examinées à un fort grossissement et suivies aux divers âges, ces cellules se présentent avec des caractères très-semblables à ceux que les histologistes allemands ont reconnus chez les Insectes (3).

Ensuite, viennent les cônes (4), réfractant fortement la lumière et de forme assez variable, tantôt ovoïdes, tantôt prismatiques. Ces corps se colorent en rose par le picrocarminate. Vers leur centre se voit souvent une ligne qu'on ne saurait nullement assimiler au filament de Ritter : elle doit être rapportée au

(1) Au sujet de ces détails de préparation, je rappellerai que chez les Galatées, comme dans les Paguriens, et mieux encore que chez la plupart de ces derniers, on peut, en opérant avec précaution, séparer la cornée des cellules de Semper qui demeurent accolées à la face supérieure du cône réfringent. Cette préparation n'est pas sans quelque importance, car elle permet d'apprécier avec exactitude l'épaisseur des facettes cornéennes, auxquelles on pourrait être tenté d'ajouter la zone de Semper; l'usage du picrocarminate doit d'ailleurs mettre en garde contre une semblable interprétation.

(2) Fig. 15-16.

(3) Voy. Claparède, *loc. cit.* — Landois, *loc. cit.*, etc.

(4) Fig. 15 *a*.

plan d'intersection des pièces constituantes du cône qui, distinctes dans l'origine, se sont réunies pour former ce dernier.

Au-dessous du cône se trouve le bâtonnet (1) proprement dit, lequel se colore en brun par le picrocarminate. Il présente des stries fort régulières (2) et dont la symétrie même s'opposerait déjà à l'hypothèse d'une tunique formée de faisceaux musculaires, si l'observation, convenablement variée, ne permettait de rejeter cette interprétation. Le bâtonnet s'amincit peu à peu jusqu'à son extrémité inférieure, presque toujours assez effilée.

Une gaîne pigmentaire, colorée en marron très-foncé, entoure ce bâtonnet et se prolonge avec ses laciniations supérieures jusque sur les bords du cône ; cette disposition rappelle beaucoup celle que Claparède a décrite chez le *Sphinx Euphorbiæ* (3).

EUPAGURUS PRIDEAUXII, Leach (4).

On retrouve dans ce genre des dispositions presque identiques à celles que le *Pagurus striatus* vient de nous présenter.

La cornée, à facettes hexagonales, recouvre des bâtonnets dont la zone supérieure est formée par les cellules de Semper aussi faciles à reconnaître dans ce type que dans l'espèce précédente (5).

Les cônes (6), de forme constamment ovoïde, sont assez volumineux et montrent ce filament axile sur la discussion duquel je crois inutile de revenir. — Les bâtonnets (7) qui supportent ces corps réfringents se divisent dans leur voisinage en plusieurs « fibres » ou laciniations, tandis que leur portion inférieure est fort amincie (8) ; des stries régulièrement espacées

(1) Fig. 15 *b*.
(2) Fig. 15.
(3) Claparède, *loc. cit.*
(4) Fig. 14.
(5) Fig. 14 *a*.
(6) Fig. 14 *b*.
(7) Fig. 14 *c*.
(8) Id.

décorent ces bâtonnets colorés en brun par d'abondants granules pigmentaires.

Paguristes maculatus, Heller (1).

Je ne saurais m'étendre longuement sur ce type, sous peine de répéter les détails qui viennent d'être donnés au sujet des deux Crustacés précédents; aussi crois-je devoir me borner à quelques indications générales.

Au-dessous de la cornée et de la couche de Semper (2), se trouvent des cônes elliptiques dont les bords sont recouverts par la gaîne pigmentaire.

Les bâtonnets (3), beaucoup plus allongés que dans les *Eupagurus* et *Pagurus*, sont de même plus grêles à leur extrémité inférieure qu'à leur terminaison et sont striés transversalement (4).

Le pigment, fort abondant, est brunâtre.

Apus cancriformis, Schäff (5).

On sait à quelles discussions ont donné lieu les yeux de ce curieux Crustacé, considérés au point de vue morphologique; je n'ai pas à les examiner ici sous ce rapport, et dois me borner à l'étude de leurs bâtonnets.

Le segment supérieur ou cône est de forme ovoïde ou elliptique (6); ses pièces constituantes demeurent ici plus longtemps distinctes que dans la plupart des types, et l'on remarque autour du cône une abondance de granules pigmentaires qui n'est pas fréquente dans la série des Crustacés et rapproche ce type de certains Insectes tels que le *Sphinx Euphorbiæ*, si bien étudié par Claparède (7).

(1) Fig. 17a, 17b, 17c, 17d.

(2) Ces cellules sont distinctes durant moins longtemps que chez les types voisins.

(3) Fig. 17a, 17b.

(4) Id.

(5) Fig. 18-19.

(6) Fig. 18 *a*.

(7) Claparède, *loc. cit.*

Le bâtonnet (1) répond au contraire au type le plus commun chez les animaux qui m'occupent : il est grêle dans sa portion inférieure, notablement renflé dans sa région terminale et présente des stries régulièrement espacées, mais qu'il est parfois difficile de reconnaître en raison du pigment qui les entoure. Ce dernier est formé de granules arrondis et d'un brun très-foncé.

Eurynome aspera, Leach (2).

Dans ce type, d'une réelle importance puisqu'il établit en quelque sorte le passage entre les Parthénopes et les *Maïa*, on observe des yeux petits et enfoncés dont la structure présente essentiellement les mêmes caractères que chez les espèces voisines : au-dessous d'une cornée dont l'épaisseur est assez faible et dont les facettes sont régulières et symétriques, se trouvent des bâtonnets dont les portions initiales et terminales sont profondément différentes l'une de l'autre ; la première, augmentant peu à peu de diamètre, se montre régulièrement striée, tandis que la seconde, fort réduite, est presque sphérique.

Les éléments bacillaires sont séparés les uns des autres par un pigment rouge brunâtre.

Cypridina messinensis, Cls (3).

Cette espèce si curieuse par son mode de vie, et étudiée par divers zoologistes (4), est assez abondante dans le golfe de Marseille, comme l'a montré M. le professeur Marion, à qui je dois d'en avoir pu étudier plusieurs individus.

Les yeux sont volumineux, mais le pigment y est tellement abondant, qu'il constituerait un grave obstacle pour les observations, si la potasse et les autres réactifs analogues ne per-

(1) Fig. 17 *a*.
(2) Fig. 19 *b*.
(3) Fig. 20-22.
(4) Costa, *Fauna del regno di Napoli*, pl. IV, etc. — Claus, *Ueber die Organisation der Cypridinen* (*Zeitschrift für wiss. Zoologie*, 1865, t. XV, p. 143 et suiv.).

mettaient d'y obvier dans une certaine mesure. Avec leur secours et par une dissociation convenable, on arrive à isoler les bâtonnets, qui se présentent alors avec les caractères suivants :

Les cellules de Semper ne conservent que durant fort peu de temps leur autonomie, et l'animal est encore à un âge peu avancé, qu'il est déjà fort difficile d'y distinguer ces éléments. Le cône réfringent est tantôt ovalaire, tantôt plus ou moins prismatique (1), différences imputables principalement à des variations dans le contour extérieur, car sa structure intime ne change pas, et l'on y retrouve toujours la ligne d'intersection des pièces constituantes : cette disposition est même assez évidente pour qu'en regardant le cône par sa face supérieure, on croie voir deux lentilles plan-convexes réunies selon leurs faces planes.

Le bâtonnet proprement dit est effilé inférieurement, parallélipipédique dans sa région terminale, où il présente parfois un renflement notable et, plus souvent, une subdivision en fibres assez analogue à celle qui s'observe chez le *Galatea strigosa* ; il offre des stries régulièrement espacées et qui ne sauraient être rapportées à une gaîne musculaire.

On voit souvent dans la portion inférieure de ce bâtonnet une sorte de filament central que l'on pourrait être tenté de prolonger jusqu'à la terminaison du cône et qui n'est réellement que la ligne d'intersection des pièces originelles. Ce filament est-il, en effet, indépendant et central dans le bâtonnet, ou bien n'y représente-t-il, comme dans le cône, qu'un plan répondant aux faces contiguës des pièces constituantes? Ces deux opinions sembleraient tout d'abord pouvoir se soutenir également, et je dois avouer que la situation de ce fil s'arrêtant à l'union des deux tiers inférieurs du bâtonnet avec le tiers supérieur (2), la coloration rouge vif que lui donne le picrocarminate, seraient

(1) Fig. 21 *a*, 22.

(2) Le rapport indiqué ici a été obtenu en comparant entre elles les diverses observations et prenant la moyenne de leurs résultats ; il varie effectivement en de certaines limites, et souvent on voit le filament se prolonger jusqu'à l'union des trois quarts inférieurs du bâtonnet avec son quart supérieur ; dans d'autres cas il répondra aux quatre cinquièmes inférieurs, etc.

autant de motifs pour reconnaître dans le *Cypridina messinensis* un des rares types qui permettraient de croire à l'existence d'une fibre de Ritter chez les Arthropodes, si les détails rappelés précédemment n'obligeaient, sous ce rapport, aux plus grandes réserves.

Le pigment est d'un brun noirâtre; il se présente sous forme de petits grains arrondis et contenus dans les cellules qui accompagnent le bâtonnet durant tout son parcours.

Les relations générales du bâtonnet avec le nerf optique et la cornée diffèrent peu de ce qu'elles sont dans la plupart des types étudiés précédemment; pour ce qui regarde ce dernier rapport, je crois devoir relever une disposition assez curieuse de la cornée, qui forme, non pas de simples facettes, mais plutôt des sortes de revêtements convexes extérieurement et concaves intérieurement, c'est-à-dire sur celle de leurs faces qui confine au cône réfringent (1).

TYPTON SPONGICOLA, Costa (2).

Cette espèce, parasite de diverses Éponges, présente, en raison même de son genre de vie, un intérêt tout particulier.

Au-dessous d'une cornée se traduisant extérieurement par des facettes hexagonales, bien que son épaisseur soit des plus minimes et sa constitution des plus simples, se trouvent des éléments dont la structure peu compliquée indique une organisation assez dégradée.

Le cône est représenté par un corps réfringent qui pourrait être figuré par deux pyramides accolées suivant leurs bases et à sommets mousses. Il est reçu dans la portion supérieure d'un bâtonnet sur lequel on ne trouve plus trace de stries, et vers le centre duquel on voit une ligne (3) qui s'avance à une hauteur

(1) En faisant usage d'un assez fort grossissement (ocul. n° 2, object. n° 8 de Verick), on peut reconnaître dans le revêtement cornéen une structure réellement feuilletée.

(2) Fig. 23.

(3) Id.

variable et doit évidemment être considérée comme le plan d'intersection des pièces constitutives du corps bacillaire.

Une gaîne pigmentaire, colorée en brun médiocrement foncé, entoure le bâtonnet et se maintient, avec les mêmes caractères, jusque sur les bords du cône.

La composition de ces bâtonnets est, on le voit, des plus rudimentaires ; on y retrouve bien encore les parties essentielles, mais l'absence de stries, la différenciation presque nulle de la cornée comparée au tégument général, tout indique que l'on se trouve en présence d'une des formes les plus simples de la série carcinologique, au moins pour ce qui regarde l'organe visuel.

Lysianassa spinicornis, Costa (1).

Tout en rentrant, par l'ensemble de leurs caractères, dans le tracé général des bâtonnets étudiés déjà chez différents types, ceux du *Lysianassa spinicornis* semblent se rapprocher surtout des mêmes éléments examinés dans l'*Isæa nicea;* la description suivante permettra d'en juger.

Au-dessous d'une cornée qui n'est, en réalité, qu'un tégument à peine modifié, se trouvent des cônes de forme variable (2), tantôt et généralement pyramidaux, tantôt irrégulièrement ovoïdes. On découvre bientôt la ligne qui correspond aux faces internes des corps primitivement séparés et plus tard réunis pour former le cône. Non-seulement cette ligne est des plus visibles, mais souvent même on aperçoit vers son milieu une portion renflée et d'aspect foncé. Est-ce le « bouton terminal » d'un filament de Ritter qui traverserait l'ensemble du corps bacillaire et s'y terminerait ainsi ? Si l'on s'en tient à l'observation de certains états, on serait assez facilement entraîné vers une semblable hypothèse; mais la comparaison des divers bâtonnets représentés montre qu'il existe ici une disposition analogue

(1) Fig. 24.
(2) Id.

à celle que Claparède (1) et Landois (2) ont signalée chez les Insectes et que j'ai précédement indiquée dans divers Crustacés.

Pour ce qui est du bâtonnet proprement dit, il est sensiblement renflé dans sa portion supérieure (3), cylindrique ou prismatique sur le reste de son étendue. Vers son centre, on retrouve la ligne axile sur laquelle je viens d'insister, et dont il est par conséquent inutile de discuter de nouveau la signification.

Une gaîne pigmentaire remplie de grains brunâtres entoure le bâtonnet. Ici, comme chez quelques autres types, la teinte de ces granules n'est pas absolument uniforme et varie entre le brun noirâtre et le rouge faiblement foncé.

Ainsi que je le disais au début de cette description, le *Lysianassa spinicornis*, par la forme et les relations de son bâtonnet, par l'existence d'une ligne axile semblant se terminer par un renflement supérieur, mérite d'être rapproché de l'*Isæa nicea*, et l'étude de ce dernier permet d'expliquer des dispositions qui pourraient donner lieu à des hypothèses bien diverses.

ISÆA NICEA, Thor. (4).

Chez ce Gammaride que l'on trouve abondamment dans le port de la Joliette, les yeux sont d'un volume médiocre et pourvus d'un pigment brun noirâtre; leur aspect extérieur ne fait rien prévoir qui soit particulièrement remarquable, et cependant je connais peu de types dont l'étude histologique soit aussi intéressante et aussi fructueuse.

Au-dessous du tégument cornéen se trouvent des bâtonnets d'une forme assez particulière, mais rentrant néanmoins, comme on va le voir, dans le tracé général. La portion basilaire, grêle et effilée, montre vers son centre une sorte de filament

(1) Claparède, *loc. cit.*
(2) Landois, *loc. cit.*
(3) Fig. 24.
(4) Fig. 25-26.

qui, parvenu à l'extrémité de la colonnette bacillaire, s'épanouit en un corps renflé et ovalaire (1). Au-dessus de cette dilatation se trouve le cône (2), dont la forme est celle d'un prisme triangulaire à sommet tronqué et dans lequel on retrouve les lignes d'intersection sur lesquelles j'ai précédemment, et à diverses reprises, appelé l'attention. La moindre traction suffit pour détacher ici le cône du bâtonnet, comme dans la plupart des Arthropodes. Les bâtonnets sont revêtus de gaînes pigmentaires qui leur donnent une teinte brune-noirâtre et dont on peut étudier assez facilement les cellules propres.

Voici donc un Crustacé qui paraît présenter au centre de ses bâtonnets un filament central, et chez lequel certains zoologistes ne manqueraient pas, en conséquence, de décrire une fibre de Ritter, si l'on se reporte à quelques publications récentes sur les Insectes. Mais cette apparence d'une ligne axile ne subsiste que dans la portion inférieure du bâtonnet, et bientôt on la voit s'élargir rapidement; il n'y a donc rien ici qui soit semblable à ce qu'a figuré Ritter, et l'on a simplement sous les yeux une des quatre pièces qui se sont réunies pour former le bâtonnet : seulement, cette pièce apparaît de champ et dans son ensemble, tandis que les autres pièces se montrent de profil. Que l'on compare cette disposition à celle que Claparède a signalée chez certains Insectes, particulièrement dans le *Dytiscus marginalis* (3), et l'on constatera la plus complète analogie entre l'une et l'autre.

Ceci prouve une fois encore combien il est indispensable de multiplier et de varier les observations, et combien il est inutile de recourir à des rapprochements fort discutables pour expliquer des faits que l'examen histologique et histogénique suffit amplement à élucider.

(1) Fig. 25.

(2) Fig. 25 *a*. — La forme de ces cônes est très-variable, comme j'ai pu le constater maintes fois, et ainsi que M. Catta l'a remarqué également dans une série de recherches taxinomiques dont il a bien voulu me communiquer les résultats.

(3) Claparède, *loc. cit.*

Notopterophorus elongatus, Kr. (1).

Cette espèce, à laquelle le bourgeonnement des zoonites de la femelle donne un aspect si particulier, se rencontre à l'état de parasite, ou tout au moins de commensal, dans l'*Ascidia mamillata*. Elle présente dans la constitution de son œil des dispositions aussi rudimentaires qu'on peut les imaginer, mais on y retrouve les caractères essentiels signalés dans les types précédents.

Chaque œil se résume en un bâtonnet et un cône recouverts par une cornée que l'on ne saurait distinguer réellement du tégument ambiant. Le cône, de forme ovoïde, offre, d'une part le corps réfringent (*corps cristallinien*, *Kristallkorper*, etc.), et d'autre part, entourant celui-ci, une gaîne pigmentaire assez développée (2) ; les lignes d'intersection des pièces, originairement séparées, n'y sont plus distinctes dès un âge peu avancé ; mais il en est autrement pour le bâtonnet proprement dit, où l'on découvre une ligne axile des plus nettes (3).

Si l'on ne considérait cet œil qu'à certaines périodes de son développement, on serait tenté d'y admettre la présence d'une sorte de cylindre-axe se terminant par une extrémité dilatée ; un examen plus méthodique et convenablement varié montre qu'il existe simplement ici la même disposition que chez les Articulés étudiés par Claparède (4) et par Landois (5) : l'observation directe, comme l'application des réactifs, se trouve en complet désaccord avec l'hypothèse qui voudrait retrouver chez ces êtres le filament de Ritter.

Le *Notopterophorus elongatus* offre donc un réel intérêt ; c'est, au point de vue où je dois me placer, un type bien dégradé, plus dégradé même que l'*Isæa nicea*, et pourtant on retrouve ici les mêmes caractères fondamentaux indiqués chez

(1) Fig. 27 *a* et 27*b*.
(2) Id.
(3) Id.
(4) Claparède, *loc. cit.*
(5) Landois, *loc. cit.*

les Crustacés supérieurs, qu'on se borne à de simples études anatomiques, ou qu'on cherche, méthode infiniment plus scientifique et plus sûre, à les corroborer par l'observation organogénique. Évidemment certains détails manquent, les stries, par exemple; mais, outre que leur absence peut nous les faire considérer comme indiquant une différenciation plus complète de la substance bacillaire, et comme témoignant d'une supériorité morphologique du bâtonnet, nous voyons qu'elles n'influent pas sensiblement sur la constitution générale de ce dernier. Ces faits sont importants à relever; car, avec les *Epimeria*, les *Lichomolgus*, nous allons assister à une rapide simplification organique, et nous aurions quelque peine à rattacher ces types aux Crustacés supérieurs, si des formes telles que les *Isæa* ou les *Notopterophorus* ne venaient nous présenter des états intermédiaires et capables de relier en une sorte de série continue des types qui sembleraient parfois très-différents si l'on se bornait à les étudier séparément.

Caprella acanthifera, Leach (1).

Les yeux, petits et de forme presque circulaire, renferment de nombreux bâtonnets dans lesquels il est aisé de reconnaître deux parties : l'une inférieure ou basilaire, véritable bâtonnet, l'autre supérieure ou terminale, qui représente le cône réfringent (2).

La première, presque constamment cylindrique, offre en outre un filament qui peut être considéré comme l'analogue de celui que M. Künckel a décrit chez les Volucelles (3) et sur l'interprétation duquel je crois inutile de revenir. Quant à la portion supérieure, elle forme une sorte de calotte bombée et dont la convexité semble varier avec les éléments que l'on examine.

Les bâtonnets sont entourés par des gaînes pigmentaires d'un brun assez intense.

(1) Fig. 28, 29.
(2) Fig. 28 *c*, 29 *a*.
(3) Künckel, *loc. cit.*

L'œil du *Caprella acanthifera* pourrait se prêter à de nombreuses considérations et à des rapprochements intéressants : lorsqu'on l'observe dans son ensemble, après avoir diminué par les réactifs convenables l'intensité du pigment, on lui reconnaît une réelle analogie avec l'organe visuel de certains Vers, tels que les *Dasychone;* lorsqu'on examine, au contraire, non plus l'œil étudié dans la totalité de ses éléments, mais un bâtonnet isolé, on ne peut s'empêcher de lui accorder une affinité morphologique des plus évidentes avec les bâtonnets de certains Crustacés supérieurs (*Astacus*, *Homarus*, etc.). Qu'on supprime, chez ces derniers, quelques légers caractères extérieurs, et l'on aura un élément fort semblable à celui des Caprelles. Ceci suffit à montrer, d'une part combien les appréciations peuvent varier sur un même point, et d'un autre côté combien il est indispensable de multiplier les observations, soit en elles-mêmes, soit dans leurs sujets, si l'on veut être assuré d'obtenir des résultats aussi précis qu'il est possible.

Epimeria nov. sp., Catta (1).

L'espèce de ce genre que j'ai surtout étudiée, et dont l'étude fournit de très-intéressants résultats, n'a pas encore été déterminée exactement au point de vue zoologique; toutefois cette lacune sera bientôt comblée par M. Catta, qui en poursuit l'étude descriptive. J'ajoute qu'elle vit en parasite sur le *Suberites domuncula*, Nardo, ce qui en permettra facilement la recherche aux anatomistes désireux de l'examiner.

Avec ce petit Amphipode, nous arrivons à une simplification organique dépassant considérablement celle qui s'indiquait déjà chez les *Typton*, *Isæa*, *Notopterophorus*, etc. Au-dessous d'une mince couche cornéenne distincte par sa situation plutôt que par ses caractères propres, on trouve une série de pièces accolées les unes aux autres et se terminant inférieurement au nerf optique. Au premier abord, on ne découvre qu'un amas, d'ailleurs peu considérable, de pièces brillantes; mais en les

(1) Fig. 30-34.

examinant plus attentivement, on constate que chacune d'elles présente une forme particulière (généralement ovoïde) et se trouve reçue dans une sorte de gaîne qui s'élève à une hauteur variable sur les flancs du cône, puis s'amincit en arrière pour se relier au ganglion (toujours fort réduit ici) du nerf optique : cette gaîne est colorée par un pigment rouge vif (1).

Ces dispositions ne sauraient évidemment être séparées de celles qui ont été indiquées chez les types précédents : sans s'arrêter aux variations dans la structure de la cornée, variations relevées depuis longtemps, on doit remarquer la complète similitude qui existe entre ces corps réfringents et les « cônes » des autres Crustacés. La gaîne pigmentaire entoure bien réellement encore un véritable bâtonnet dans sa portion inférieure, et si l'on examine des individus peu développés, si l'on atténue l'intensité du pigment par l'emploi des alcalis, on voit une ligne centrale parcourant une étendue plus ou moins grande dans la région inférieure. Cette ligne est la même qui a été décrite plus haut chez diverses espèces, et nous voyons que le bâtonnet de ces dernières se retrouve encore ici, mais considérablement simplifié. On ne distingue effectivement plus, chez l'*Epimeria*, les stries bacillaires; le renflement terminal du bâtonnet manque complétement, et le cône n'offre ni tache centrale, ni rien qui rappelle (au moins chez l'adulte) les pièces décrites par Landois et Claparède dans les Insectes, retrouvées chez les Crustacés, comme on l'a vu précédemment. Je me borne à mentionner en ce moment ces faits sur lesquels j'aurai à revenir dans les chapitres consacrés à l'étude des Vers.

D'autres espèces d'*Epimeria*, tout en offrant des dispositions semblables, présentent un pigment brunâtre et non plus rougeâtre; chez d'autres il est presque noir. Aussi crois-je devoir signaler de pareilles dissemblances aux taxinomistes, lorsqu'ils entreprendront l'étude de ce genre qui appelle une complète révision zoologique.

(1) Fig. 30-34.

LICHOMOLGUS ELONGATUS, Thor. (1).

Sur le manteau de l'*Ascidia mamillata*, on distingue souvent de petits points blancs dus à la présence d'une espèce de Copépode (*Lichomolgus elongatus*) qui y vit en parasite, et doit prendre place à la suite des *Epimeria*, en raison du mode de constitution de ses bâtonnets optiques.

La peau s'incurve simplement au-dessus de l'œil (2), s'y différenciant d'nne façon presque inappréciable et offrant ainsi un très-bon exemple de forme intermédiaire entre une cornée véritable et un tégument non modifié.

Au-dessous de ce revêtement bien simple, comme on le voit, se trouvent deux pièces (3) de forme prismatique et réfractant fortement la lumière (4) ; chacune d'elles est reçue dans une sorte de gaîne qui va s'amincissant à mesure qu'elle approche de son extrémité initiale et inférieure (5). Les caractères de cette portion vaginale obligent à la considérer comme l'analogue du bâtonnet proprement dit (6) ; un pigment jaune, à grains assez volumineux, entoure le bâtonnet et s'élève à une hauteur variable sur la périphérie du cône.

La structure des yeux du *Lichomolgus elongatus* est, on le voit, fort semblable à celle que nous avions rencontrée chez l'*Epimeria ;* elle est même plus rudimentaire, comme le prouve le nombre très-réduit des bâtonnets. A ce point de vue, les *Notopterophorus* pourraient être placés auprès des *Lichomolgus ;* mais ils s'en écartent par la constitution propre du bâtonnet, qui y présente une différenciation assez semblable à celle qu'on observe dans certains types supérieurs. Les rapports des bâton-

(1) Fig. 35.
(2) Id.
(3) Très-rarement il y en a plus de deux.
(4) Fig. 35 *a*.
(5) Fig. 35.
(6) Id.

nets avec la gaîne pigmentaire, qui leur est inférieurement commune, rapprochent les *Lichomolgus* des *Ampelisca* (1).

En résumé, les espèces qui viennent d'être étudiées nous montrent de la manière la plus évidente une réelle dégradation pour tout ce qui concerne l'organisation du corps bacillaire et de ses annexes. Ces détails méritent une attention d'autant plus grande que nous allons les retrouver identiques ou fort comparables dans certains types du groupe des Vers.

SECONDE PARTIE.

VERS.

CHAPITRE VII.

INTRODUCTION. — HISTORIQUE.

En assignant au groupe des Vers les limites les plus étendues qu'on puisse lui accorder, en y comprenant les Annélides, les Helminthes, les Turbellariés mêmes, il est aisé de constater combien sont élémentaires les notions que l'on possède touchant l'existence et l'organisation de leurs organes visuels.

Cuvier (2) n'en fait nulle mention; de Blainville (3) les indique seulement dans des lignes tellement vagues, qu'on ne saurait en tirer aucune conclusion profitable. Pourtant, dès le début du XIX[e] siècle, quelques observateurs avaient porté leur attention sur ce sujet. Ainsi Ranzoni étudie les yeux du *Phyllodoce maxillosa* (4), et Otto fait connaître les mêmes organes dans l'*Aphrodita heptacera* (5).

Carus (6) leur consacre un court prssage se rapportant

(1) Voy. Spence Bate and Westwood, *History of the British Crustacea*, t. I, p. 128.

(2) Cuvier, *Leçons d'anatomie comparée*, 1[re] et 2[e] édit.

(3) De Blainville, *loc. cit.*

(4) Ranzoni, *Opuscoli scientif.*, t. I. Bologne, 1817.

(5) Otto, *Conspectus Animalium*, etc., p. 16. Vrastilaviæ, 1817.

(6) Carus, *loc. cit.*

moins à leur structure qu'à leur situation. Ehrenberg (1) et Focke (2) publient, à la même époque, des mémoires relatifs aux Planariens, etc., mémoires dans lesquels se trouvent quelques détails bien observés. Mais ce sont surtout les points oculiformes qui préoccupent alors les zoologistes et les entraînent vers de longues recherches généralement peu fructueuses (3).

Gruithuisen décrit plus complétement les yeux du *Naïs proboscidea* (4) et les représente comme des particules de pigment enveloppées d'un « parenchyme sensible », description trop vague pour être acceptée, et qui, de fait, se trouve bientôt combattue par Müller (5). Ce dernier commence par rappeler les rares travaux publiés sur le même sujet, puis décrit très-exactement les connexions des yeux et du nerf optique. La même précision ne se retrouve malheureusement plus dans l'étude particulière des yeux : Müller s'y méprenant étrangement et semblant uniquement soucieux d'établir une analogie complète entre les organes visuels des Vertébrés et ceux des Invertébrés.

Un mémoire de Dujardin (6) indique la situation des yeux chez quelques Annélides, mais ne saurait être placé que bien au-dessous des autres travaux dus à cet habile observateur.

Pour trouver des faits minutieusement observés et méthodiquement interprétés, il faut arriver aux travaux de M. de Qua-

(1) Ehrenberg, *Mittheil. aus d. Verhandl. d. Gesselsch. naturf. Freunde zu Berlin*, 1836, p. 2.

(2) Focke, *Ueber Planaria Ehrenbergii* (*Annalen des Wiener Museums*, 1836, t. I, p. 193).

(3) Weber, in *Meckel's Archiv*, 1827, p. 301, pl. III. — Brandt, *Medicin. Zoologie*, t. I, p. 251, pl. 29 A et B. — Wagner, *Lehrbuch d. Vergl. Anatomie*, 1835, p. 428. — Idem, *Lehrbuch d. spec. Physiologie*, 1843, p. 383. — Idem, *Icones Physiol.*, 1839, p. 28.

(4) Gruithuisen, in *Nov. Act. Acad. nat. curios*, t. XI, p. 242.

(5) Müller, *loc. cit.*

(6) Dujardin, *Observations sur quelques Annélides marins* (*Annales des sciences naturelles*, ZOOLOGIE, 2e série, 1839, p. 292, etc.). Voy. sur le même sujet, Rathke (*De Bopyro et Nereide*, p. 44), et Wagner (*Lehrbuch d. Physiol.*, p. 383).

trefages (1). Soumettant au contrôle d'une juste critique les résultats obtenus par ses devanciers, cet éminent zoologiste montre quelle a été leur erreur, lorsque, voulant sans cesse retrouver un appareil comparable dans tous ses détails à l'œil des Vertébrés, ils ont oublié que « l'organe visuel, comme tous » les appareils organiques, peut se simplifier, se dégrader, et » que c'est dans cet état que nous le retrouvons, même chez » les représentants élevés des types inférieurs (2). »

Examinant ensuite quelles pièces essentielles doit comprendre un œil capable de remplir sa fonction physiologique, M. de Quatrefages établit que ces « parties fondamentales sont toujours un « *cristallin* (3) et une *rétine* (4) ». Tels sont en effet les résultats fournis par l'observation, et les conclusions formulées dans cet important travail s'accordent entièrement avec celles auxquelles je me suis trouvé conduit par les présentes recherches.

Si l'on rapproche les divers types étudiés par M. de Quatrefages (5) et d'autres auteurs (6), on voit que, chez les Vers, il peut exister trois formes bien distinctes d'organes visuels.

1° L'œil, comme dans le *Torrea vitrea*, est remarquablement perfectionné et comprend une cornée, une sclérotique, une cho-

(1) De Quatrefages, *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1844, t. XIX, p. 195. — Idem, *Etudes sur les types inférieurs de l'embranchement des Annelés ; Mémoire sur les organes des sens des Annélides* (*Annales des sciences naturelles*, 3e série, ZOOLOGIE, t. XIII, p. 25).

(2) De Quatrefages, *loc. cit.*, p. 31.

(3) M. de Quatrefages a prévenu toute interprétation erronée en déclarant qu'il prenait « le mot de *cristallin* dans une acception générale et comme dési- » gnant *l'ensemble de l'appareil réfringent*, appareil qui peut être plus ou » moins compliqué ».

(4) De Quatrefages, *loc. cit.*, p. 31.

(5) De Quatrefages, p. 34 et suiv.

(6) Krohn, *Zoologische und anatomische Bemerkungen über die Alciopen*, etc. (*Archiv. für Naturwiss*, 1845, t. I, p. 179). — Kroyer, *Bidrag til Kundskab. on Sabellerne* (*Kgl. Videnskab. Selskab. Forhandl.*, 1856). — Kölliker, *Ueber Kopfkiemer mit Augen an den Kiemen* (*Zeitschrift für wissensch. Zoologie*, 1858, t. I, p. 536). — Leydig, *Die Augen und neue Sinnesorgane der Egel* (*Archiv. für Anatomie und Physiologie*, 1868, p. 588). — Idem, *Traité d'histologie comparée*. — Claparède, *Annélides chétopodes du golfe de Naples*, 1868, et Supplément, 1870.

roïde, un corps vitré et une véritable rétine formée par l'épanouissement du nerf optique (1).

2° Chez divers Serpuliens, etc., on rencontre des yeux constitués par une ou plusieurs pièces réfringentes reçues dans une portion inférieure ou vaginale généralement allongée.

3° Dans les Polyophthalmes, les Amphicorines, etc., l'organe se résume en une ou plusieurs pièces analogues, mais entourées par une masse pigmentaire dont les contours sont indécis (2).

J'ai pu vérifier, à plusieurs reprises, combien étaient exactes ces dispositions que les beaux travaux de M. de Quatrefages nous ont, les premiers, fait connaître. Reprenant leur examen à un autre point de vue, j'ai recherché si, parmi ces types, il ne s'en rencontrerait pas qui offrissent, dans l'organisation de leurs organes visuels, des détails comparables à ceux qui viennent d'être fournis par l'étude des Crustacés. Je n'ai pas tardé à reconnaître que c'était dans la seconde des formes énumérées plus haut qu'il convenait de chercher une semblable analogie (3) ; c'est donc sur les Serpuliens et les animaux voisins qu'ont porté les observations dont je résume ici les principaux résultats.

CHAPITRE VIII.

CARACTÈRES GÉNÉRAUX DU BATONNET ET DU CÔNE DANS LES ESPÈCES EXAMINÉES.

Une constitution de plus en plus simple, une tendance marquée vers la dégradation organique, tels sont les caractères généraux et constants que présentent les yeux des Vers lorsqu'on les compare à ceux des Crustacés. Leur infériorité

(1) De Quatrefages, *loc. cit.*, *Histoire naturelle des Annelés marins et d'eau douce*, 1865, t. I, p. 91.

(2) Je néglige, à dessein, les taches simplement pigmentaires.

(3) Joannes Chatin, *Sur les bâtonnets optiques des Crustacés et des Vers* (*Mémoires de la Société de biologie*, 1876). — Idem, *Des relations qui existent entre les bâtonnets des Arthropodes et les éléments optiques de certains Vers* (*Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, 1876).

morphologique est même tellement connue, que bien des zoologistes s'étonneront d'un pareil rapprochement, qui ne saurait être admis si l'on se bornait à la considération des Crustacés supérieurs, tandis qu'il est pleinement légitimé lorsqu'on se reporte aux caractères présentés par l'*Epimeria* et les types voisins.

Chez les Arthropodes dégradés, le bâtonnet renferme bien encore un cône réfringent et un bâtonnet proprement dit, mais l'un et l'autre sont, en quelque sorte, réduits à leurs parties essentielles; les « fibres », les « renflements terminaux », toutes ces dispositions qui témoignent d'une évidente supériorité fonctionnelle se traduisant par d'importantes différenciations morphologiques, seraient vainement cherchées ici. Or, que l'on compare ces éléments des *Epimeria* ou des *Lichomolgus* avec les mêmes pièces empruntées aux Sabelliens, Serpuliens, etc., et l'on constatera des caractères identiques : chez les uns et les autres, le cône, de forme généralement ovoïde, rarement prismatique (*Dasychone lucullana*), est supporté par un filament plus ou moins allongé, auquel on doit conserver encore, et d'une manière plus spéciale, le nom de bâtonnet. Celui-ci sera généralement effilé dans sa portion inférieure, et ce détail anatomique, reconnu dans la plupart des Arthropodes étudiés précédemment, sera surtout marqué chez les Vermilies (*Vermilia clavigera*, etc.).

Une gaîne pigmentaire, colorée de teintes diverses suivant les types (noirâtre, brun, rouge, jaunâtre, etc.), entourera ce bâtonnet et s'élèvera à des hauteurs variables sur les bords du cône réfringent. — Les relations du corps bacillaire avec le tégument fort peu différencié qui représente la cornée seront les mêmes que chez les Crustacés inférieurs; quant aux rapports de ces éléments avec les nerfs optiques, on sait avec quelle précision M. de Quatrefages les a décrits autrefois; mes recherches ayant constamment et pleinement confirmé ses propres résultats, je crois inutile d'insister sur ce point.

Psygmobranchus protensus, Phil. (1).

Il suffirait d'étudier ce type pour se convaincre de l'analogie réelle qui existe entre les yeux de certains Vers et les éléments bacillaires des Arthropodes. Les yeux branchiaux de cette Serpule sont effectivement formés par une pièce dans laquelle il est aisé de reconnaître deux portions, l'une supérieure, réfringente (2), répondant au « cristallin » des auteurs, et que nous ne pouvons décrire que par le même nom qui a été précédemment assigné à la même partie chez les Crustacés ; l'autre, inférieure, allongée, colorée par une gaîne pigmentaire d'un rouge orangé, et s'amincissant par son extrémité initiale (3). Ne doit-on pas considérer cette partie inférieure comme l'analogue du bâtonnet? Le doute semble difficile lorsqu'on rapproche ces dispositions de celles qui nous ont été offertes par les bâtonnets des Crustacés et, en particulier, des *Epimeria*, etc. (4).

Protula intestinum, Lamk (5).

Ce Serpulien offre la plus grande ressemblance avec le *Psygmobranchus protensus*, en présentant toutefois une complication notable : l'œil n'est plus formé par un seul bâtonnet, mais par deux de ces pièces, et présente ainsi une disposition fort analogue à celle qui a été présentée par le *Lichomolgus elongatus*.

Le cône (6), de forme oblongue, est reçu dans la portion supérieure et légèrement renflée du bâtonnet vrai, lequel s'amincit vers son extrémité opposée, et est enveloppé d'une gaîne pigmentaire colorée en rouge éclatant (7).

(1) Fig. 36-38.

(2) Fig. 36 *a*, 37 *a*, 38.

(3) Fig. 36 *b*, 37 *b*.

(4) Voy. Joannes Chatin, *Sur les bâtonnets optiques des Crustacés et des Vers* (*Mémoires de la Société de biologie*, 1876).

(5) Fig. 39.

(6) Fig. 39 *a*.

(7) Fig. 39 *b*.

Ces pièces bacillaires, qui se montrent ici généralement au nombre de deux, se retrouvent avec les mêmes caractères, mais souvent en bien plus grand nombre dans le genre *Eupomalus*, où diverses espèces m'ont présenté parfois dix ou douze de ces bâtonnets juxtaposés.

Ce nombre est encore plus élevé chez les *Branchiomma* étudiés par Claparède (1), et dont l'examen histologique fournit des résultats analogues à ceux qui viennent d'être indiqués.

DASYCHONE BOMBYX, Dalyell (2).

Ce type est un des plus intéressants pour l'étude comparée des bâtonnets optiques chez les Crustacés et les Vers ; il est propre aux grands fonds, et les individus que j'ai recueillis avec M. le professeur Marion se rencontraient par 40 mètres de profondeur sur les blancs coralligènes du golfe de Marseille (3).

Tandis que dans certains Serpuliens l'œil ne comprenait qu'une seule pièce bacillaire, tandis que chez les *Eupomalus* il en existe un grand nombre, ici au contraire l'organe présente trois ou quatre de ces éléments, dont la différenciation semble être portée plus loin que dans les types étudiés précédemment : les cônes (4), fortement convexes sur leur face antérieure ou externe, sont presque plans à leur face postérieure ou interne, et offrent ainsi la plus grande analogie avec les mêmes parties examinées chez certains Arthropodes.

La portion basilaire, que je désignerai ici, comme dans ces derniers, par le nom de bâtonnet, est élargie supérieurement, amincie inférieurement ; un épais pigment brun la colore d'une manière intense et s'avance même sur les bords du cône (5).

Telle est la structure des yeux branchiaux de ce *Dasychone ;* pour ce qui est des points situés sur les segments du corps et

(1) Claparède, *Annélides chétopodes du golfe de Naples*, supplément, 1870, pl. XIV, etc.

(2) Fig. 40-42.

(3) Travers de l'île de Ratonneau.

(4) Fig. 40 *a*, 42 *b*.

(5) Fig. 40, 42 *b*.

quelquefois décrits comme des yeux par certains observateurs qui pensaient y avoir découvert des « cristallins », je rappellerai que Claparède (1) s'était élevé déjà contre cette interprétation. Reprenant, à mon tour, leur étude histologique, j'ai pu m'assurer qu'il n'y avait dans ces taches aucune pièce réfringente qui fût comparable au « cône » des yeux véritables. Ce sont de simples taches pigmentaires entre lesquelles se trouvent des glandes hypodermiques. Dans les préparations exécutées trop hâtivement, la matière colorante se répand sur ces dernières, qui apparaissent alors comme des taches brillantes entourées de pigment, ce qui a fait croire à l'existence en ces points d'appareils visuels notablement perfectionnés.

Dasychone lucullana, Della Chiaje (2).

Il est assez intéressant de rapprocher de l'espèce précédente le *Dasychone lucullana* dont les zoonites possèdent des yeux normalement constitués.

Je mentionnais, à l'occasion du *D. Bombyx*, les détails histologiques qui s'opposent à ce qu'on accorde aux taches pigmentaires des segments une semblable valeur; aussi n'est-ce pas sans surprise que l'on constate sur les anneaux du *Dasychone lucullana* des organes dont il suffit de rappeler quelques caractères pour indiquer le rôle physiologique.

Sur chaque zoonite on trouve deux points facilement reconnaissables à l'abondance du pigment qu'ils renferment; en les examinant avec soin, et surtout en les traitant par le picrocarminate d'ammoniaque, on constate qu'ils comprennent, au-dessous d'un tégument sensiblement différencié, un certain nombre de pièces se composant chacune d'une partie réfringente et prismatique, reçue dans une gaîne que colore le pigment et qui s'effile progressivement dans sa partie inférieure.

Est-il possible de refuser à ces éléments une réelle analogie

(1) Claparède, *Annélides du golfe de Naples*, 1868, p. 428.
(2) Fig. 43-44.

avec les bâtonnets des Crustacés? Je ne le pense pas, et je crois que la comparaison des pièces bacillaires du *D. lucullana* et des mêmes parties chez certains Paguriens suffira pour légitimer ce rapprochement.

VERMILIA CLAVIGERA, Phil. (1).

Dans les différentes espèces de Vermilies qu'on rencontre sur les côtes de France, et qui se ressemblent assez constamment pour que je pense pouvoir me borner à la description de l'une d'entre elles, les yeux offrent une structure très-comparable à celle qui a été présentée par les Vers étudiés précédemment, et dans laquelle on retrouve également de nombreuses analogies avec les organes examinés chez les Crustacés.

Les yeux du *Vermilia clavigera* se reconnaissent surtout à la présence des corps réfringents qu'ils renferment et qui les font paraître comme autant de taches brillantes (2); lorsqu'on les examine attentivement et qu'on les compare entre eux, on constate qu'ils possèdent tantôt deux, et tantôt une seule de ces pièces qui, par leur situation, leurs caractères propres, etc., se rapprochent complétement des « cônes » des Crustacés, etc. Chacune d'elles est reçue dans une sorte de filament court et renflé vers sa terminaison, tandis qu'il s'allonge dans sa région opposée, où il acquiert même une ténuité supérieure à celle qui s'observe dans les types voisins; un abondant pigment rouge orangé entoure ce bâtonnet.

Il suffit de comparer les éléments optiques de ce Ver avec les mêmes pièces étudiées chez les Crustacés inférieurs, pour constater leur étroite affinité. Celle-ci se trouve même accentuée dans cette espèce par différentes particularités, le bâtonnet s'effilant dans sa portion initiale, tandis que sa région supérieure offre généralement des dilatations analogues à celles que j'ai eu

(1) Fig. 45-48.

(2) Fig. 45 *a*, 46 *a*, 47 *a*, 48 *a*. Ils offrent même un miroitement analogue à celui que présentent, à l'état vivant, les yeux des *Pecten*.

l'occasion de signaler chez plusieurs Crustacés et que divers auteurs ont précédemment indiquées chez les Insectes (1).

CONCLUSIONS.

Si l'on cherche à résumer les principaux résultats consignés dans les chapitres précédents, on voit que le bâtonnet optique des Crustacés présente des caractères généraux qui demeurent constants dans l'ensemble de la classe, et des dispositions particulières ou d'importance variable, qui diffèrent selon les types examinés. Ceci suffirait déjà à montrer le danger de la méthode trop souvent suivie, et suivant laquelle l'observation de quelques Insectes pourrait fournir des résultats capables d'être étendus tout de suite à l'universalité des Arthropodes.

Limité extérieurement par la « cornée », confinant intérieurement au ganglion du nerf optique, le bâtonnet nous a présenté deux parties bien distinctes et dont les caractères, ainsi que la valeur, diffèrent notablement : l'une, interne et plus ou moins grêle, mérite de recevoir plus spécialement le nom de *bâtonnet;* l'autre, externe, courte, renflée, mais de forme variable, est le *cône*.

Il est inutile de rappeler ici les caractères généraux de ce dernier, et la signification de la ligne centrale dans laquelle on a voulu voir l'analogue du filament de Ritter; mais pour ce qui regarde le bâtonnet, j'insiste particulièrement sur la valeur qu'il convient d'attribuer à ses stries transversales, lesquelles n'indiquent nullement une tunique contractile, mais sont propres au bâtonnet qui peut être séparé en un certain nombre de disques ainsi délimités. Cette disposition établit une étroite parenté entre le bâtonnet optique des Articulés et le bâtonnet des Vertébrés (2).

Telle est, en résumé, la structure du bâtonnet considéré dans

(1) Straus-Durckheim, *loc. cit.* — Gegenbaur, *loc. cit.* — Leuckart, *loc. cit.* (in *Handbuch von Graefe und Sæmisch*, t. II, 1875).

(2) On sait comment les recherches de Boll (*Monatsbericht*, 1876 et 1877) sont venues récemment confirmer mes propres observations.

la généralité de la classe ; si l'on se reporte aux divers types étudiés, on pourra aisément reconstituer les principales formes qu'il y présente. Chez les *Astacus*, les *Squilla*, les *Pagurus*, *Eupagurus* et *Paguristes*, on rencontre des bâtonnets dont la constitution est réellement supérieure, comme le montrent plusieurs détails. Les *Cypridina* offrent des dispositions analogues, mais semblent tendre pourtant vers une prochaine simplification histologique ; celle-ci s'accentue surtout chez les *Typton*, et plus nettement encore dans les *Lysianassa*, dont le bâtonnet n'offre pas de stries transversales et dont les cellules de Semper ne sont plus représentées, dès une période peu avancée du développement, que par une tache sombre.

Les *Notopterophorus*, les *Caprella*, ne diffèrent guère des types étudiés en dernier lieu, mais on ne saurait en dire autant des *Epimeria*, chez lesquels la dégradation organique s'accentue dans des proportions considérables, et conduit à des formes extrêmement simples qui, chez les *Lichomolgus*, deviennent encore plus rudimentaires.

Cette rapide esquisse rappelle comment l'étude des Crustacés nous a progressivement conduit à des éléments bacillaires de plus en plus simples. Or, et sans vouloir entrer ici dans la discussion des théories auxquelles je fais allusion, on connaît le rôle considérable que plusieurs zoologistes contemporains accordent à la série actuelle et trop hétérogène des Vers, dont l'ensemble constituerait une sorte de « groupe de départ » lié par une étroite parenté aux autres embranchements. Cette opinion paraît tout particulièrement défendable, lorsqu'on examine l'organe visuel, qui peut revêtir, dans ces espèces, des formes bien distinctes, et dont certaines rappellent les yeux des Mollusques ou des Vertébrés, tandis que d'autres sont comparables aux points oculiformes des animaux inférieurs. Ces considérations m'ont naturellement porté à rechercher si dans ce groupe des Vers il ne se rencontrerait pas quelques types possédant des bâtonnets analogues à ceux des Crustacés.

On connaît les résultats qui sont venus justifier cette hypothèse. Chez les *Vermilia*, nous avons rencontré des yeux tout-

à fait comparables à ceux des *Lichomolgus* et se réduisant à deux éléments tellement semblables aux bâtonnets des Crustacés, qu'on ne saurait leur refuser le même nom. Chez les *Protula*, les *Psygmobranchus*, etc., un seul de ces corps suffit à constituer l'organe, tandis que l'étude des *Dasychone* rappelle une forme plus élevée, celle des *Epimeria*, par exemple.

Souvent chez les Crustacés, ainsi que je l'ai mentionné à propos des *Lichomolgus*, etc., les bâtonnets peuvent naître d'une base pigmentifère commune. Or, qu'est-ce qu'une semblable disposition, sinon l'exacte représentation de ce qui nous est offert par différents Vers (*Protula intestinum*, *Vermilia clavigera*, etc.). Les analogies vont se multipliant de la sorte, à mesure qu'on avance dans cette étude, et démontrent ainsi, avec la dernière évidence, l'étroite relation qui existe entre les éléments optiques de ces divers animaux.

Tels sont les principaux résultats de mes recherches ; celles-ci ne sauraient être d'ailleurs regardées comme formant une histoire complète du bâtonnet optique, à l'étude duquel je me suis seulement efforcé d'apporter quelques faits nouveaux. J'espère pouvoir les compléter bientôt par une nouvelle série d'observations et d'expériences instituées en vue d'étudier le développement du bâtonnet, et de déterminer quels caractères et quelles relations il peut présenter dans les différentes formes oculaires.

EXPLICATION DES FIGURES.

Fig. 1-4. *Astacus fluviatilis*, Latr.

1. Bâtonnet entouré de sa gaîne pigmentaire : *a*, cône.
2. Bâtonnet privé de sa gaîne pigmentaire et du cône ; il se présente avec sa coloration propre et ses stries transversales.
3. Le même se décomposant en disques superposés.
4. Bâtonnet traité par l'acide hyperosmique.

Fig. 5. *Homarus vulgaris*, Edw.— Fragment du bâtonnet se séparant en disques.

Fig. 6-9. *Squilla Desmarestii*, Risso.

6. Segment de l'œil : *a*, zone extérieure ou anhiste de la cornée ; *b*, zone interne ou lamellaire de la cornée ; *c*, cônes ; *d*, la masse des bâtonnets entourés de pigment.

7. Un bâtonnet : *a*, cône ; *b*, le bâtonnet proprement dit, avec sa coloration propre et ses stries ; *c*, gaîne pigmentaire du bâtonnet.

8 *a* et 8 *b*. Cône (formes très-fréquentes).

9. Cône (forme rare).

Fig. 10-13. *Galatea strigosa.*

10. Ensemble d'un bâtonnet : *a*, cellules de Semper ; *b*, cône ; *c*, bâtonnet proprement dit coloré en brun par le pigment.

11. Bâtonnet plus grossi et débarrassé de sa gaîne pigmentaire pour montrer ses stries transversales ; mêmes lettres qu'à la figure 10.

12. Un cône avec les cellules de Semper et la portion adjacente du bâtonnet ; la ligne intersectionnelle n'est visible que dans sa portion inférieure, et pourrait ainsi faire admettre l'existence d'un filament central. Mêmes lettres qu'aux figures 10 et 11.

13. Portion supérieure d'un bâtonnet présentant les laciniations qui montent sur les bords du cône (ce dernier a été enlevé).

Fig. 14. *Eupagurus Prideauxii*, Leach. — Ensemble d'un bâtonnet : *a*, cellules de Semper ; *b*, cône ; *c*, bâtonnet.

Fig. 15-16. *Pagurus striatus*, Latr.

15. Quatre cônes (*a*) avec les bâtonnets (*b*) qui leur font suite et se séparent supérieurement en fibres ou laciniations.

16 *a*, 16 *b*. Cellules de Semper.

Fig. 17 *a*. *Paguristes maculatus*, Hell. — Bâtonnet entouré de pigment.

Fig. 17 *b*. *Paguristes maculatus*. — Détails du bâtonnet : *a*, cône ; *b*, bâtonnet proprement dit (il est strié transversalement) ; *c*, sa gaîne pigmentaire.

Fig. 17 *c*. *Id.* — Bâtonnets vus par leur face supérieure et montrant les noyaux de Semper.

Fig. 17 *d*. Un de ces bâtonnets plus amplifié.

Fig. 18-19. *Apus cancriformis*, Schäff.

18. Bâtonnet (*b*) renflé supérieurement et supportant un cône (*a*) dans lequel on aperçoit nettement la ligne d'intersection des pièces constituantes.

19. Un cône isolé et montrant ses quatre pièces constituantes.

Fig. 19 *b*. *Eurynome aspera*, Leach. — Bâtonnet et cône.

Fig. 20-22. *Cypridina messinensis*, Claus.

20. Un bâtonnet enveloppé de sa gaîne pigmentaire : *a*, cône ; *b*, bâtonnet proprement dit.

21. Différentes parties du bâtonnet : *a*, cône ; *b*, bâtonnet proprement dit ; *c*, sa gaîne pigmentaire.

22. Cône vu par sa face supérieure et montrant, en son milieu, une ligne intersectionnelle ; la gaîne pigmentaire l'entoure extérieurement.

Fig. 23. *Typton spongicola*, Costa. — Bâtonnet et cône.

Fig. 24. *Lysianassa spinicornis*, Costa. — *a*, cône dans lequel se voit une semblable disposition ; *b*, bâtonnet entouré de sa gaîne pigmentaire et montrant, en son milieu, une ligne qui ne saurait être regardée comme un filament rittérien, mais indique seulement le plan suivant lequel se sont réunies les pièces constituantes.

Fig. 24 *b*. Cône du bâtonnet précédent, isolé.

Fig. 25-26. *Isœa nicea.*

25. *a*, cône ; *b*, bâtonnet proprement dit, coloré en brun par un abondant pigment.

26. Un bâtonnet débarrassé du pigment : à première vue, on pourrait être tenté d'y reconnaître un filament central s'épanouissant en un large renflement, tandis que c'est simplement une des pièces originairement distinctes, puis réunies pour former le bâtonnet, qui, se présentant ici de face, produit cette apparence.

Fig. 27 *a*. *Notopterophorus elongatus*. — *a*, le cône ; le bâtonnet (*b*) entouré de sa gaîne pigmentaire (*c*), montre en son centre une ligne qui s'explique par la même considération et ne saurait être décrite comme un filament de Ritter.

Fig. 27 *b*. Cône du bâtonnet précédent, isolé.

Fig. 28-29. *Caprella acanthifera*, Leach.

28. Vue générale de l'œil : *c*, les cônes émergeant de l'épaisse masse pigmentaire qui enveloppe les bâtonnets.

29. Ensemble d'un bâtonnet : *a*, cône ; *b*, bâtonnet proprement dit ; *c*, gaîne pigmentaire.

Fig. 30-34. *Epimeria*, nov. sp., Catta.

30. Segment de l'œil montrant les cônes (*a*) plongés dans le pigment qui entoure les bâtonnets.

31, 32, 33. Divers types de bâtonnets : *a*, le cône ; *b*, le bâtonnet proprement dit.

34. Un cône isolé.

Fig. 35. *Lichomolgus elongatus*, Buch. — Les deux cônes (*a*) entourés par le pigment jaunâtre des bâtonnets.

Fig. 36-38. *Psygmobranchus protensus*, Phil.

36. Bâtonnet (forme ordinaire) : *a*, cône ; *b*, bâtonnet proprement dit, à pigment rouge orange.

37. Bâtonnet (forme rare) : mêmes lettres qu'à la figure 36.

38. Un cône isolé.

Fig. 39. *Protula intestinum*, Lamk. — Les deux cônes (*a*) y sont portés par deux bâtonnets (*b*) confondus par leurs gaînes pigmentaires dans la presque totalité de leur étendue.

Fig. 40-42. *Dasychone Bombyx*, Dal.

40. Les cônes réfringents (*a*) enveloppés dans la masse pigmentaire.

41. Les mêmes, en partie dégagés de la masse pigmentaire.

42. Un bâtonnet isolé : *a*, cône ; *b*, bâtonnet proprement dit.

Fig. 43-44. *Dasychone lucullana*, Della Chiaje.

43. L'œil avec ses cônes réfringents (*a*) plongés dans le pigment bacillaire.

44. Un bâtonnet isolé : *a*, cône ; *b*, bâtonnet vrai.

Fig. 45-48. *Vermilia clavigera*, Phil.

45, 46. Bâtonnets simples : *a*, cône ; *b*, bâtonnet vrai.

47, 48. Bâtonnets doubles : mêmes lettres qu'aux figures 45 et 46.

OBSERVATIONS

SUR

LE NOTOMMATE DE WERNECK

ET SUR

SON PARASITISME DANS LES TUBES DES VAUCHÉRIES

Par M. BALBIANI.

I

HISTORIQUE.

Dans le discours préliminaire de sa belle *Histoire des Conferves d'eau douce*, après avoir décrit les excroissances en forme de cornes ou de tubercules qui naissent sur le côté des filaments des Ectospermes (Vauchéries) et constituent les organes de reproduction mâles et femelles de ces Algues unicellulaires, Vaucher ajoute : « Il ne faut pas confondre les cornes ou les renflements dont nous parlons avec un autre corpuscule que l'on rencontre assez fréquemment sur les Ectospermes et dont l'usage nous a longtemps été inconnu. Il diffère des graines proprement dites non-seulement parce qu'il est beaucoup plus gros, mais encore parce que sa forme est variée, soit dans la même plante, soit surtout dans les espèces différentes ; mais, quelle que soit cette forme, il porte toujours dans son intérieur un point noir arrondi, qui quelquefois m'a paru double. Ce grain noir, que j'avais d'abord cru appartenir à la fructification, ne m'avait ensuite fourni aucun développement. Cependant, en continuant d'observer, j'aperçus enfin ce point noir se mouvant en tout sens dans l'intérieur du grain, et, après l'avoir dégagé de sa demeure, je le reconnus pour l'Insecte auquel

Müller donne le nom de *Cyclops lupula*. Apparemment qu'il dépose ses œufs sur le tube de la Conferve, et que sa piqûre y fait naître un développement semblable à ceux qu'on observe sur les végétaux et auxquels on donne le nom de *bédégar* ou de *galle*. L'Insecte n'en sort naturellement qu'après avoir consumé toute la matière contenue dans l'enveloppe, qui alors ressemble assez bien à une gaze. Cette excroissance singulière, qui se trouve sur la plupart des espèces de ce genre, lui est particulière, et les autres familles ne m'ont rien offert de semblable (1). »

Plus loin, à la description de l'Ectosperme à bouquet (*Vaucheria racemosa*), Vaucher dit : « On remarque principalement sur cette espèce un grand nombre de ces gros grains qui portent un point noir à leur intérieur (2) ». Enfin, il revient encore sur ces productions à propos de l'Ectosperme à appendices (*V. appendiculata*), qu'il rencontra dans les eaux des salines de Lons-le-Saulnier. Dans l'explication de ses figures, Vaucher désigne partout ces grains sous le nom de « galles ou excroissances habitées par le *Cyclops lupula* ».

Après Vaucher, le botaniste danois Lyngbye aperçut des excroissances semblables sur le *Vaucheria dichotoma*, mais il ne vit pas le parasite à leur intérieur (3).

C'est également sur le *V. dichotoma* que les renflements parasitiques furent observés, en 1827, par Unger, professeur de botanique à Vienne. Il les décrit et les figure assez exactement, vus à un faible grossissement, et représente par un point noir l'habitant de l'intérieur de la poche (4). Au bout de quelques jours, celle-ci perdit peu à peu sa couleur verte et l'animalcule mourut dans son intérieur ; bientôt après il se détruisit, en même temps que les autres parties de la Conferve. Unger remarque que les formes décrites par Roth (5) sous le nom de

(1) Vaucher, *Histoire des Conferves d'eau douce*, 1803, p. 18.

(2) *Op. cit.*, p. 32.

(3) Lyngbye, *Tentamen hydrophytologiæ danicæ*, 1819, p. 82.

(4) Unger, *Die Metamorphose der* Ectosperma clavata, Vauch., Bonn, 1827, et *Ann. des sc. nat.*, 1828, t. XIII, p. 428, pl. 16, fig. 8-12.

(5) Roth, *Catalecta botanica*, fasc. II, p. 194, et fasc. III, p. 183 et 184.

Conferva dilatata var. *clavata* Rth, et *C. dilatata* var. *bursata* Rth, ne sont autre chose que l'*Ectosperma clavata* attaqué par le même parasite.

En 1833, Wimmer, secrétaire de la Société nationale de Silésie (1), montra à celle-ci des animalcules renfermés dans des excroissances d'une Vauchérie d'espèce indéterminée trouvée en septembre à Gräbschen, près de Breslau. Les mouvements de l'animalcule étaient déjà bien visibles à la loupe; près de lui se trouvaient quelques corps elliptiques plus petits et immobiles. En divisant les capsules, Wimmer en vit sortir l'animalcule, mais il ne réussit pas à en reconnaître la nature et se contenta de le désigner sous le nom d'*Entozoaire*. Le docteur Valentin, qui en entreprit l'étude microscopique, ne fut pas plus heureux; il reconnut seulement que les petits corps immobiles qui se trouvaient avec le parasite dans l'intérieur des capsules étaient des œufs dont le contenu présentait un mouvement de rotation bien manifeste. Wimmer rappelle, à cette occasion, l'observation faite autrefois par Vaucher sur ces mêmes Conferves, et partage l'opinion de son devancier sur la nature de leurs excroissances, qu'il assimile aux galles des végétaux supérieurs.

Au printemps de 1834, le docteur Werneck (de Salzbourg) reçut, du professeur Unger, des filaments du *Vaucheria cespitosa* recueillis à Kitzbühel, dans le Tyrol, et qui portaient des excroissances renfermant des animalcules. Werneck étudia ceux-ci avec soin, et en exécuta un dessin assez parfait pour permettre à Ehrenberg, auquel il le communiqua, de reconnaître non-seulement la classe, mais encore le genre, et même certains caractères spécifiques du parasite, dont la véritable nature fut ainsi révélée pour la première fois depuis l'époque où Vaucher en avait fait connaître l'existence dans les tubes des Ectospermes. Ehrenberg reconnut que ce parasite n'était autre qu'un Rotateur de son genre *Notommata*, et lui attribua le nom spécifique de *N. Werneckii*, en l'honneur de l'obser-

(1) *Uebersicht der Arbeiten der schles. Ges. für vaterl. Cultur*, 1833 (1834) p. 71.

vateur qui avait permis de lui assigner définitivement sa position dans le cadre zoologique. Ehrenberg donna de cette espèce une courte description qui put être encore publiée dans la troisième partie, alors sous presse (1834), de son *Organisation in der Richtung des kleinsten Raumes* (1).

Quelques années plus tard, en 1836, Ehrenberg, ainsi qu'il nous l'apprend dans son grand ouvrage sur les Infusoires (2), eut l'occasion d'observer lui-même les excroissances parasitiques sur des exemplaires de *V. dichotoma* et *racemosa*, qui lui avaient été envoyés de Zerbst par la duchesse d'Anhalt-Dessau ; malheureusement les capsules ne contenaient que des œufs. Ceux-ci, au nombre de 20 à 30 dans quelques capsules, renfermaient un embryon bien développé, parfois mobile. Les œufs moururent successivement avant d'éclore ; néanmoins Ehrenberg réussit, par la rupture de la coque, à faire sortir l'embryon, dont il reconnut plusieurs caractères, entre autres l'œil placé à la nuque et les mâchoires à une seule dent. On ne peut que regretter qu'à défaut de figure originale, Ehrenberg n'ait pas du moins publié celle de Werneck, qui lui avait servi de guide pour sa description.

Quoique, par ses travaux célèbres, Ehrenberg eût appelé à la fois l'intérêt des zoologistes et des botanistes sur le *Notommata Werneckii* et les curieuses altérations qu'il détermine sur les Vauchéries, nous ne trouvons, pendant la longue période de près de quarante ans écoulés depuis cette époque, qu'un petit nombre de renseignements relatifs au sujet qui nous occupe. En 1839, le naturaliste belge Morren retrouva les excroissances en massue sur le *Vaucheria clavata*, où elles avaient été observées dix ans auparavant par Unger. Il vit, dans leur intérieur, le parasite et ses œufs, assista à l'éclosion de ces derniers, mais ne constata point la sortie des jeunes hors des kystes parasitiques. Après avoir ouvert un de ceux-ci, Morren vit l'animal-

(1) Ehrenberg, *Organisation in der Richtung des kleinsten Raumes*, dritter Beitrag, 1834, p. 72.

(2) Ehrenberg, *Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen*, 1838, p. 429.

cule, au lieu d'en sortir, s'enfoncer plus profondément, pénétrer dans le tube de la plante, et se nicher au milieu d'une masse de matière verte. N'ayant réussi à constater aucune solution de continuité ni dans les tubes, ni dans les massues, il se demande comment les animalcules s'y prennent pour y pénétrer. Quant à la nature du parasite, Morren, qui ne paraît pas avoir eu connaissance des travaux alors récents d'Ehrenberg, le prend pour le *Rotifer vulgaris*, et pense que c'est également à cette espèce que Unger avait affaire dans ses observations sur le *Vaucheria clavata* (1).

Dans son rapport de 1840 sur les travaux de botanique physiologique publiés l'année précédente, Meyen, conduit à parler de ces faits de parasitisme dans une Algue, trouve non moins inexplicable que Morren l'introduction des animalcules dans les tubes de la plante, et constate la lacune existant à cet égard chez tous les observateurs (2).

C'est encore à un botaniste, feu le professeur Hofmeister, que nous devons le renseignement suivant, malheureusement trop sommaire, relatif à une observation faite par lui en commun avec un savant qui a publié, sur les Rotateurs, des travaux importants que j'aurai fréquemment l'occasion de citer dans la suite de ce mémoire, M. le professeur Cohn (de Breslau). Hofmeister raconte qu'en 1853, Cohn et lui observèrent les filaments d'un *Vaucheria* qui avait poussé de courtes branches latérales en forme de massue, et dont chacune logeait un Rotateur qui agitait vivement ses cils vibratiles. Hofmeister suppose que les animalcules avaient pu pénétrer dans les tubes du *Vaucheria* en perçant la membrane de cellulose, sans aucun dommage pour la plante, qui continuait à végéter parfaitement (3).

Enfin, pour clore la liste des renseignements que j'ai pu re-

(1) Morren, *De l'existence des Infusoires dans les plantes* (*Bull. de l'Acad. de Bruxelles*, 1839, t. VI, p. 298).

(2) Wiegmann's *Archiv für Naturgesch.*, 1840, t. II, p. 79.

(3) *Handbuch der physiol. Botanik*, I. Band, *Die Lehre von der Pflanzenzelle* von Wilh. Hofmeister, 1869, p. 77.

cueillir sur le sujet qui nous intéresse, il ne me reste plus qu'à mentionner une communication faite par le docteur Magnus à l'Association botanique de la province de Brandebourg, dans sa séance du 25 août 1876 (1). La plante observée était le *Vaucheria geminata*, dont les filaments furent trouvés flottants dans l'eau d'un des étangs du parc (Thiergarten) de Berlin. Ces filaments portaient des galles nombreuses presque toujours placées latéralement; rarement elles occupaient une position terminale. Dans chaque galle se trouvait une femelle du *Notommata Werneckii* entourée d'œufs arrivés à tous les états de développement, et de jeunes éclos dont la forme différait beaucoup de celle de la mère. Les galles elles-mêmes étaient constituées par des excroissances des filaments qui allaient en s'élargissant un peu de la base au sommet et présentaient, pour la plupart, deux expansions en forme de cornes, plus rarement une seule, d'autres fois trois et même quatre. Chez quelques galles âgées et vides, une ou plusieurs de ces cornes étaient perforées au sommet, ce qui fait supposer à Magnus que les jeunes s'échappent par ces extrémités ouvertes, tandis que la mère reste à l'intérieur de la galle, où elle meurt bientôt épuisée par ses pontes nombreuses. Quant à la manière dont les animalcules s'introduisent dans les tubes de la plante, la façon dont ils provoquent la formation de nouvelles galles, l'état dans lequel ils hivernent, ce sont autant de points qu'il laisse aux observateurs futurs le soin de décider.

Nous avons parlé plus haut de l'erreur de Roth, qui a décrit comme une espèce nouvelle, présentant deux variétés, des exemplaires du *Vaucheria clavata* garnis de vésicules parasitiques. Magnus relève une méprise du même genre commise par Kützing. Dans ses *Tabulæ phycologicæ*, Kützing décrit et figure, sous le nom de *Vaucheria sacculifera*, une espèce qui n'est autre que le *V. geminata*, dont les filaments portent des galles parasitiques. Mais ce qu'il y a de plus curieux, c'est qu'une des figures de Kützing montre, dans une dilatation sacciforme de

(1) *Verhandlungen des botanischen Vereins der Provinz Brandenburg.* Achtzehnter Jahrgang, 1876, p. 125.

l'extrémité d'un tube, des corps ronds qu'il regarde comme des zoospores, et qui ne sont autre chose que les œufs du *N. Werneckii* (1).

Si nous récapitulons les faits consignés dans cette revue historique des observations faites depuis Vaucher, au commencement de ce siècle, sur le parasitisme du *N. Werneckii* dans les Vauchéries, nous voyons que nos connaissances se réduisent, en définitive, à peu de chose. En dehors du fait essentiel de la détermination spécifique du parasite, que nous devons à Ehrenberg, nous ignorons presque complétement ses mœurs, son mode de reproduction, les détails de son organisation. La raison de cette ignorance est d'ailleurs facile à indiquer. Comme on devait s'y attendre, ce sont presque toujours des botanistes qui ont eu l'occasion d'observer le *N. Werneckii*, et naturellement ils se sont plus préoccupés de la plante que de son parasite. Mais, même au point de vue purement botanique, la question présente encore des obscurités. Les altérations produites sur les tubes des *Vaucheria* par l'action du parasite n'ont été l'objet d'aucune étude approfondie de la part des savants éminents dont nous avons rapporté les observations. Ils se sont contentés de les assimiler vaguement aux galles produites par les Insectes sur les végétaux supérieurs, sans chercher à démontrer cette analogie par des preuves tirées de l'étude anatomique et du mode de formation de ces productions.

J'arrive maintenant aux observations qui me sont personnelles, et dont l'occasion m'a été obligeamment offerte par M. Maxime Cornu, bien connu par d'importants travaux sur les plantes cryptogames.

Dans les premiers jours d'avril 1874, M. Cornu recueillit, dans l'eau d'un fossé, aux environs de Bordeaux, une assez grande quantité de filaments du *V. terrestris*, sur lesquels il observa de nombreux renflements renfermant un animalcule qu'il reconnut très-bien pour un Rotateur. Il constata aussi

(1) Kützing, *Tabulæ phycologicæ*, t. VI, p. 22, p., 63, fig. 3.

dans ces poches des œufs avec un embryon parfois mobile et muni d'un œil rouge. M. Cornu ayant bien voulu m'envoyer sa trouvaille, je vis que j'avais affaire au *Notommata Werneckii* d'Ehrenberg, et je saisis avec empressement l'occasion qui se présentait à moi d'étudier ce curieux Rotateur, encore si rarement observé et si mal connu au point de vue de son organisation et de ses rapports avec la plante à laquelle le rattache sa vie parasitique.

II

ORGANISATION DU *Notommata Werneckii.*

En examinant à l'œil nu, et mieux à la loupe, les tubes du *Vaucheria terrestris*, on distinguait sur la plupart d'entre eux deux sortes d'excroissances placées sur le côté des filaments. Les unes étaient facilement reconnaissables à leur forme caractéristique chez toutes les plantes de ce groupe pour les organes de la reproduction (pl. 00, fig. 1, *o*, *o*, fig. 14). Les autres présentaient un aspect plus insolite. Beaucoup plus volumineuses et en aussi grand nombre que les précédentes, elles représentaient des sortes de poches ou de capsules allongées qui avaient généralement la forme d'une massue s'élevant presque perpendiculairement sur le filament principal et présentant la même couleur verte que celui-ci (fig. 1, *c*, *c*) (1). Me proposant de revenir avec détail sur ces productions lorsque je m'occuperai de leur mode de formation, je n'en dirai rien de plus pour le moment, sinon qu'au centre de presque toutes les capsules on distinguait le *point noir* signalé d'abord par Vaucher et aperçu aussi par la plupart de ses successeurs. Ce point noir indique la présence du parasite ; nous verrons tout à l'heure par quoi il est constitué. Décrivons d'abord l'habitant de la poche, qu'il est facile d'isoler et d'observer en liberté après avoir incisé transversalement le réceptacle qui le contient.

A la première poche que j'ouvris de la sorte, je vis se dégager

(1) Wimmer les compare, d'une manière assez exacte, aux capsules des Mousses du genre *Barbula*.

peu à peu de la matière verte un être dont j'eus d'abord quelque peine à reconnaître la véritable nature. C'était un corps noirâtre, d'une extrême mollesse, en proie à des contractions continuelles qui en modifiaient à chaque instant la forme. On eût dit une petite Planaire microscopique noire, ramassée sur elle-même, et, ce qui ajoutait encore à la ressemblance, je n'y distinguai d'abord aucun organe, pas même une extrémité antérieure ou postérieure. Lorsque ce corps se fut complétement dégagé de la chlorophylle qui l'entourait dans l'intérieur de la poche, je pus l'examiner plus à loisir et avec plus d'attention. A son centre se voyait une large tache arrondie, mal délimitée sur ses bords, noire et opaque à la lumière transmise (fig. 9, *ms*). Composée uniquement de fines granulations d'un brun violet foncé, cette tache représentait, comme je le reconnus plus tard, le contenu du tube digestif : c'est le *point noir* observé par Vaucher à l'intérieur des capsules des Ectospermes. Cette tache centrale noire était entourée d'un cercle de globules incolores et réfringents, inégaux, ayant tous les caractères de gouttelettes graisseuses (fig. 9, *gr*). Nous verrons plus loin quelle en est l'origine. Enfin, plus en dehors, et formant la couche périphérique de l'animal, existait une large zone granuleuse grisâtre, dont le contour onduleux se modifiait à chacune des contractions du corps. Cette couche corticale qui, vue à la loupe, paraissait homogène, se montrait, sous le microscope, composée de nombreux corps elliptiques, très-mous, se comprimant mutuellement, qu'il était facile de reconnaître pour des œufs arrivés presque à maturité (fig. 9, *o*). Ces œufs paraissaient libres dans la cavité du corps et placés immédiatement sous l'enveloppe externe, formée d'une mince cuticule transparente, laquelle, en s'enfonçant dans leurs intervalles, déterminait l'apparence mamelonnée de la surface extérieure de l'animal.

En même temps que ces divers détails devenaient graduellement perceptibles, mais sans m'éclairer cependant encore sur la classe à laquelle appartenait cet être singulier, on voyait par moments apparaître, sur deux points opposés du corps, deux

courts prolongements qui alternativement faisaient saillie au dehors ou rentraient dans la masse générale. L'un de ces prolongements portait antérieurement des cils vibratiles, l'autre se terminait par une petite queue à deux pointes triangulaires (fig. 9). Ces derniers caractères décelaient un animal de la classe des Rotateurs; enfin, le point oculaire rouge (1) et sa rencontre dans les tubes d'un *Vaucheria* m'apprirent que j'avais affaire au *Notommata Werneckii* d'Ehrenberg.

La description sommaire que je viens de présenter s'applique à l'animal âgé et se disposant à pondre. A cette phase de son existence, le corps a subi une déformation prononcée : il s'est transformé en une sorte de poche pleine d'œufs plus ou moins mûrs, et les organes internes eux-mêmes ont éprouvé des modifications qui les rendent presque méconnaissables. Pour nous former une idée exacte de son organisation, il convient d'étudier des animalcules adultes, mais dont l'ovaire ne renferme pas encore d'œufs mûrs. De pareils individus n'étaient pas rares dans les capsules du *V. terrestris*, d'où je les extrayais par le procédé indiqué plus haut pour pouvoir les examiner ensuite.

Le *Notommata Werneckii* n'est pas du nombre des Rotateurs de grande taille. Sa longueur n'excède pas $0^{mm},30$ dans l'état d'extension complète; il est loin, par conséquent, de pouvoir se mesurer avec quelques autres espèces, telles que les *N. centrura*, *copeus*, etc., qui atteignent jusqu'à $0^{mm},75$ de long. Dans l'état d'allongement, le corps est fusiforme, mais la portion renflée est plus rapprochée de l'extrémité antérieure que de l'extrémité postérieure, et celle-ci plus amincie que la première. Il est plus ou moins distinctement divisé, suivant l'âge des individus, en sept segments formés par des plis transversaux de la cuticule et susceptibles de rentrer les uns dans les autres pendant la contraction (fig. 2). Le segment antérieur ou céphalique est le plus long de tous, puis viennent les trois segments, à peu près égaux, qui forment la portion renflée ou

(1) C'est probablement cet œil rouge unique qui avait fait prendre à Vaucher notre parasite pour le *Cyclops lupula* d'O. Fr. Müller.

moyenne du corps, et enfin ceux de l'extrémité postérieure, au nombre de trois également, et d'autant plus courts qu'ils sont plus reculés. Le dernier segment se termine, comme chez tous les véritables Notommates à corps allongé et tubulaire (1), par un pied fourchu, ou queue formée de deux petites pointes triangulaires, courtes et étroites, pouvant se rapprocher ou s'écarter à volonté. Cette segmentation du corps, bien prononcée chez les individus jeunes, devient de moins en moins évidente avec l'âge, par suite de la distension que le corps éprouve à mesure que les œufs mûrs s'accumulent dans son intérieur. Il finit ainsi par se transformer en une sorte de sac arrondi d'où émergent deux petits prolongements formés par la tête et la queue, comme nous l'avons vu plus haut (fig. 9). Le tégument ne présente aucune trace de plis longitudinaux, si marqués, par exemple, chez les *N. collaris* et *tardigrada*.

Vu latéralement ou de profil, le corps paraît, dans sa partie antérieure, obliquement coupé en biseau aux dépens de la face ventrale. Il en résulte que la face dorsale se prolonge en avant sous la forme d'une lèvre saillante et protractile (fig. 3). De la racine de cette lèvre supérieure descend, de chaque côté, un repli du tégument externe garni de cils vibratiles sur son bord, et qui se réunit inférieurement avec celui du côté opposé pour circonscrire l'ouverture généralement décrite sous le nom de bouche, mais qu'il est plus exact d'appeler *orifice vestibulaire*, car elle donne accès dans une cavité au fond de laquelle se trouve la véritable bouche et qui loge en outre l'organe rotatoire. J'assignerai à cette cavité le nom de *vestibule buccal* (fig. 2, 6, 7, *vb*).

(1) Composant seuls aujourd'hui le genre *Notommata*. Quant aux espèces à corps dilaté, sacciforme, dépourvues d'un intestin et d'un anus, à pied nul ou rudimentaire, qu'Ehrenberg comprenait aussi dans son genre *Notommata*, elles en ont été distraites avec raison par M. Ferd. Cohn, qui proposa d'en former le genre nouveau *Asplanchna* (*Zeitschr. für wiss. Zool.*, 1858, t. IX, p. 284). Cette séparation est aujourd'hui consacrée dans les modernes traités de zoologie, où le genre *Asplanchna* est même devenu le type d'une nouvelle famille de Rotateurs, celle des Asplanchnides. (Voy. V. Carus et Gerstäcker, *Handbuch der Zool.*, 1863, t. II, p. 421 ; C. Claus, *Grundzüge der Zool.*, 3e édit., 1876, p. 387.)

La lèvre supérieure et les lèvres latérales, qui forment ainsi le contour de l'orifice vestibulaire, sont molles et charnues et douées d'une merveilleuse contractilité. La lèvre supérieure surtout est d'une agilité surprenante ; elle ne reste pas un seul instant en repos et change constamment de forme. Tantôt elle s'allonge en une sorte de museau creusé inférieurement en gouttière, et dont l'extrémité, pointue ou échancrée, se relève ou s'abaisse alternativement (fig. 2-7, *l*) ; tantôt elle se retire en arrière et se cache entre les lèvres latérales. Celles-ci jouissent aussi d'une grande mobilité, s'étirent de manière à allonger l'ouverture du vestibule ou se contractent pour la rétrécir plus ou moins. D'autres fois l'angle à concavité antérieure qu'elles forment par leur jonction à la face ventrale (fig. 6) est remplacée par une languette simple ou bilobée qui s'avance comme une mentonnière (fig. 7) pour reprendre, l'instant d'après, sa première forme. Toutes ces contractions continuelles de l'extrémité antérieure du corps sont évidemment des mouvements tactiles par lesquels les différents points des replis labiaux avec les cils vibratiles qui les garnissent sont successivement mis en contact avec les objets extérieurs. En parlant plus loin des mœurs de l'animal, nous verrons comment ses habitudes expliquent ces mouvements.

Dans le vestibule buccal, au-dessous de la saillie formée par la lèvre supérieure, on remarque un organe impair et médian composé d'une partie antérieure élargie en forme de disque, sur laquelle s'implantent de nombreux cils vibratiles assez longs et forts, et d'une portion pédonculaire plus étroite qui se confond postérieurement avec les parois de la cavité vestibulaire : c'est l'*organe rotatoire* (fig. 2-7, *or*). Appareil de locomotion et organe du tact, il participe à l'excessive mobilité des parties environnantes. Tantôt largement saillant à travers l'ouverture du vestibule, il fait vibrer au dehors ses cils déployés en un faisceau divergent (fig. 3, *or*), ou les promène à la surface des corps extérieurs comme pour les palper (fig. 4, *or*). D'autres fois il se retire au fond de la cavité vestibulaire, cesse de vibrer, et rassemble ses cils en un faisceau serré (fig. 5).

Ehrenberg, interprétant la figure de Werneck (1), décrit l'appareil rotatoire comme formé de trois lobes, suivant le type qu'il suppose exister chez tous ses *Rotatoria polytrocha*, où cet appareil serait formé d'un nombre variable de faisceaux ou de rangées de cils vibratiles constituant autant d'organes rotatoires indépendants. Il y a déjà longtemps que Leydig a critiqué cet appareil polytroque d'Ehrenberg dans le classique mémoire qu'il a consacré à l'étude de l'organisation générale des Rotateurs (2). Suivant Leydig, les cils formeraient, chez tous ces animaux, une série non interrompue qui part d'un côté de la bouche pour se terminer du côté opposé, et nulle part, sauf peut-être chez quelques Flosculariens, on n'observe ces paquets ou ces rangées isolées de cils décrits et figurés par Ehrenberg. Nous n'examinerons pas ici la question de savoir si, d'une manière générale, Leydig a tort ou raison contre Ehrenberg, mais il est positif que, chez le *Notommata Werneckii* tout au moins, les cils forment bien, comme nous l'avons décrit plus haut, à la surface du disque rotatoire, un faisceau isolé, complétement indépendant des autres cils de cette région.

Quant aux deux longues soies qu'Ehrenberg, toujours d'après Werneck, dit exister sur les côtés de la bouche, chez l'adulte, et qui manqueraient aux jeunes, je n'ai jamais rien observé de semblable, quel que fût l'âge des individus examinés.

C'est seulement pendant le très-jeune âge que l'animal se sert de son appareil rotatoire pour sa progression dans le liquide ambiant. De bonne heure il abandonne la vie errante pour commencer son existence parasitique dans les tubes de *Vaucheria*, et cet appareil cesse dès lors de lui être d'aucun secours pour sa locomotion au milieu du plasma dense qui remplit ces tubes. Ses déplacements ne s'exécutent alors qu'à l'aide des mouvements généraux dus aux contractions des muscles du corps. Il suffit, pour s'en convaincre, d'isoler le parasite dans l'eau ambiante après avoir divisé la capsule qui le renferme.

(1) Voyez la partie historique.

(2) Leydig, *Ueber den Bau und die systematische Stellung der Räderthiere* (*Zeitschr. für wiss. Zool.*, 1855, t. VI, p. 68).

Devenu incapable de marcher ou de nager, il reste devant la poche ouverte et se livre sur place à des mouvements désordonnés de tout le corps. A plus forte raison en est-il ainsi des individus âgés, gonflés et alourdis par leurs œufs, dont il a été question plus haut (1).

Mais il en est tout autrement des jeunes Notommates dans la période libre de leur existence. Ceux-ci s'avancent avec rapidité dans l'eau en glissant d'un mouvement uniforme ou en *arpentant*, à la manière des Rotifères, c'est-à-dire en s'appuyant alternativement sur les deux extrémités opposées du corps. Parfois, se fixant par leur queue, ils s'allongent autant que possible en décrivant un mouvement de rotation autour du point d'appui. On peut les observer souvent à l'état de liberté en égouttant sur le porte-objet quelques touffes de *Vaucheria*. Il n'est pas rare non plus de les rencontrer se promenant dans l'intérieur des tubes vides de ces Algues ou s'ébattant parmi la matière verte qui les remplit.

Les contractions si énergiques et si variées que l'animal peut faire exécuter à toutes les parties de son corps impliquent un développement prononcé du *système musculaire;* toutefois, soit à raison de sa petite taille ou de la grande transparence des muscles, j'ai réussi à apercevoir ceux-ci d'une manière trop imparfaite pour essayer de les décrire ici. Ils m'ont paru former, comme chez les autres Rotateurs, deux systèmes de bandes longitudinales et transversales qui s'insèrent à la face interne des segments de la cuticule.

Quant aux filaments déliés et ramifiés qui, chez un grand nombre d'animaux de cette classe, traversent dans différentes directions la cavité périviscérale et tiennent les organes internes comme suspendus dans cette cavité, je n'en ai aperçu aucune trace chez le *N. Werneckii*, probablement pour les raisons indiquées plus haut. Les auteurs ne sont d'ailleurs pas d'accord

(1) Wimmer (*loc. cit.*) a très-exactement décrit les mouvements de l'animalcule extrait de la poche et isolé dans l'eau, ses changements de forme continuels dus à ses contractions incessantes, la disparition momentanée de la tête et de la queue sous la masse du corps, etc.

sur la signification de ces filaments internes. Ehrenberg les décrivait comme des vaisseaux; Leydig les regarde comme les fibres d'un système musculaire viscéral, tandis que Cohn laisse indécise la question de savoir si ce sont des filaments élastiques, des fibres contractiles, ou peut-être même des nerfs.

Les *organes digestifs* se composent de la cavité buccale, du bulbe pharyngien, des glandes salivaires, de l'œsophage, de l'estomac, des glandes gastriques et de l'intestin.

Sur la ligne médiane du vestibule buccal, entre l'organe rotatoire et le bulbe pharyngien, mais plus rapproché de celui-ci que de celui-là, existe une fente longitudinale dont les bords sont d'ordinaire si exactement en contact, qu'il faut la plus grande attention pour la découvrir. Cette fente s'observe aussi chez les autres Notommates, où elle est même plus facile à apercevoir, surtout chez les espèces de grande taille. Elle représente proprement l'ouverture buccale (fig. 6, *bo*). Son existence a passé complétement inaperçue jusqu'ici de tous les observateurs, qui décrivent généralement comme la bouche, chez les Notommates, la cavité que nous avons désignée sous le nom de vestibule buccal. Lorsque le vestibule est plus ou moins fermé, la bouche est cachée par les lèvres qui le bordent et qui s'étendent comme un voile membraneux au devant de cette cavité (fig. 7, *l'*); dans l'état d'ouverture, au contraire, la bouche est mise à découvert par la rétraction des lèvres du vestibule vers les parties latérale et postérieure (fig. 6, *bo*). Chez quelques grandes espèces de Notommates (*N. centrura*, *tardigrada*, etc.) on peut reconnaître que la fente buccale conduit dans une petite cavité placée au devant du pharynx et qui représente la cavité de la bouche. A défaut de l'observation directe, que la petite taille de notre animal rend à peu près impossible, l'analogie nous autorise à admettre aussi chez lui l'existence de cette cavité. Je dois, du reste, faire ici cette remarque générale que tous ces détails de la région céphalique sont d'une observation fort délicate chez toutes les espèces de ce groupe, et n'ont été que très-imparfaitement décrits, même par les plus récents observateurs.

Le *bulbe pharyngien*, ou *mastax* des naturalistes anglais, est une masse arrondie, pâle et claire, en apparence homogène et sans trace des stries déterminées par les fibrilles musculaires, si visibles chez plusieurs autres Notommates (fig. 3, 6, 7, *ph*). Cette absence de striation, qui paraît être l'indice d'un faible développement des éléments contractiles, est en rapport avec l'état presque rudimentaire des mâchoires que les muscles pharyngiens sont destinés à mettre en mouvement. L'appareil masticateur renfermé dans le pharynx est loin, en effet, de présenter la complication que nous y observons chez la plupart des autres espèces du même genre. Si nous nous en rapportons à la figure de Dujardin, c'est avec celui du *Notommata vermicularis* de cet auteur qu'il présente le plus de ressemblance (1). Chaque mâchoire se compose de la petite branche latérale, à laquelle Dujardin a donné le nom de fût (*scapus*) (2), et celle-ci s'articule à son extrémité avec une petite tige horizontale coudée en dedans, qui constitue la dent proprement dite (*acies*, Duj.). Enfin, cette dent simple s'appuie sur une pièce impaire et médiane, bifurquée antérieurement, qui forme le support (*fulcrum*) de Dujardin (3).

Cette simplicité extrême de l'appareil masticateur du *Not. Werneckii* n'avait pas échappé à Ehrenberg, ou plutôt à Werneck, puisque ce sont ses dessins qui ont servi à la description du savant de Berlin. Ehrenberg dit en effet que la mâchoire n'est munie que d'une seule dent, ce qu'il a pu vérifier sur l'embryon mûr extrait de l'œuf par compression, comme nous l'avons vu dans la partie historique de ce travail. Ce faible développement de l'appareil maxillaire chez notre animalcule a vraisemblablement été acquis secondairement par la vie parasite et le mode d'alimentation consistant en une nourriture molle et facile à diviser (le plasma végétal), de même que les mâchoires plus robustes et plus compliquées des espèces à vie

(1) Dujardin, *Histoire naturelle des Infusoires*, 1841, pl. 21, fig. 7.

(2) Ces pièces constituent les *marteaux* (*mallei*) d'Ehrenberg.

(3) C'est l'*enclume* (*incus*) d'Ehrenberg.

libre sont adaptées pour saisir et broyer une proie plus ou moins dure et résistante (1).

A la partie postérieure du pharynx on remarque une paire de petits organes glandulaires ovoïdes, disposés symétriquement, qui se fixent par une extrémité effilée au bord postérieur du bulbe pharyngien. Ils se composent de petites cellules rondes et pâles, qui s'accusent avec une grande netteté sous l'action de l'acide acétique. Leur position avancée sur le trajet du tube digestif me les fait considérer comme des *glandes salivaires* s'ouvrant dans la cavité du pharynx par la partie effilée qui représente le conduit excréteur. Chez l'individu jeune, ces organes sont relativement volumineux (fig. 2, *gs*); chez l'animal âgé, ils sont au contraire fort petits, presque atrophiés, et refoulés dans l'intérieur de la tête par la masse des œufs mûrs que renferme le corps (fig. 9, *gs*).

En arrière du bulbe pharyngien, le canal alimentaire constitue une poche fusiforme simple, qui traverse presque en ligne droite la cavité du corps (fig. 2). Ce canal ne laisse reconnaître, ni dans sa disposition anatomique, ni dans sa structure histologique, les différentes divisions qu'il présente d'ordinaire chez les autres animaux et même chez un grand nombre de Rotateurs. Cependant on peut considérer comme un œsophage la partie antérieure rétrécie qui fait suite au pharynx (fig. 2, *œ*), comme un estomac la région moyenne dilatée (fig. 2, *e*), et comme un intestin la portion terminale, étroite et allongée, qui aboutit à l'anus, ou plutôt au cloaque, suivant la disposition commune à tous les Rotateurs (fig. 2, *in*). Dans toute son étendue, le tube digestif présente des parois minces et transparentes, où je n'ai pas réussi à mettre en évidence les grosses cellules qui les composent d'ordinaire chez les Rotateurs, notamment dans la portion stomacale, où elles sont si faciles à apercevoir, même sur le vivant, chez les grandes espèces.

Sur toute sa surface interne, depuis et y compris l'œsophage

(1) Chez presque tous les autres Notommates les mâchoires sont garnies de trois à cinq dents supportées par une charpente plus compliquée et plus solide que chez le *N. Werneckii*.

jusqu'à l'anus, le tube digestif est revêtu de cils vibratiles très-fins et longs, qui déterminent un courant dirigé vers la partie postérieure (1). J'ai eu l'occasion de faire quelques remarques physiologiques intéressantes sur ce revêtement ciliaire. J'ai observé d'abord que, lorsqu'on tuait l'animal par écrasement, le mouvement des cils se continuait encore assez longtemps après la mort, tandis que celui des cils du vestibule buccal et de l'organe rotatoire s'arrêtait immédiatement, preuve de l'influence que la volonté exerce sur le mouvement de ces derniers. Une seconde remarque est relative à l'action des cils du tube digestif sur la progression des aliments. Chez tous les individus adultes, l'estomac (fig. 2, *e*) renferme une masse pulvérulente noire formée par le résidu de la digestion. Cette masse est dans un état de rotation lente et continue sous l'action des cils vibratiles. Sa quantité augmente avec l'âge, et sa couleur trahit la présence du parasite dans les tubes du *Vaucheria*. Il en a été déjà précédemment question, et nous avons vu que c'est elle qui forme le *point noir* observé par Vaucher dans les excroissances en massue de ces végétaux. De petites parcelles se détachent de temps en temps de cette masse noire et sont charriées par le mouvement ciliaire jusqu'à l'extrémité de l'intestin, d'où elles sont expulsées au dehors. J'ai pu observer que, même chez l'animal récemment mort, la sortie de ces masses excrémentitielles s'effectuait encore sous la seule influence des cils vibratiles de l'intestin (2).

(1) Leydig (*Zeitschr. für wiss. Zool.*, t. VI, p. 76, et *Müller's Archiv*, 1857) assure que l'œsophage ne porte jamais de cils vibratiles chez les Rotateurs. Cette assertion de l'éminent observateur, vraie en général, comporte cependant un assez grand nombre d'exceptions. Je puis la confirmer pour toutes les espèces de Notommates que j'ai observées (sauf celle dont il est question ici), où je n'ai vu effectivement à l'intérieur de ce canal que les plis transversaux formés par la cuticule interne, comme Leydig le décrit. Cohn a vu des cils vibratiles dans l'œsophage chez le *Brachionus urceolaris* et le *Lindia torulosa* (*Zeitschr. für wiss. Zool.*, t. VII, p. 465, et t. IX, p. 286). Möbius les a observés chez le *Brachionus militaris* (*ibid.*, t. XXV, p. 110). Enfin, je les ai constatés moi-même chez le *Melicerta ringens* et le *Limnias Ceratophylli*.

(2) L'absence d'un épithélium vibratile dans l'estomac et l'intestin constitue un fait très-rare chez les Rotateurs. Leydig ne l'a constatée que chez une seule

Sur les parties latérales de l'estomac on remarque les deux organes glandulaires dont l'existence est si répandue et la forme si variable chez les différentes espèces de Rotateurs. Ce sont les *cæcums pancréatiques* d'Ehrenberg ; mais la dénomination de *glandes* ou *appendices gastriques*, que leur donne Leydig, leur convient mieux à raison des rapports constants qu'ils affectent avec l'estomac. Chez le *N. Werneckii* (fig. 2, *gg*), ces glandes ont un volume relativement beaucoup plus considérable que chez les autres espèces du même genre, où elles forment d'ordinaire deux petites masses arrondies fixées sur les côtés de la partie antérieure de l'estomac par une base plus ou moins large ou une partie amincie en forme de pédoncule. Chez notre animalcule, elles constituent deux corps convexes à leur surface externe, qui est en outre légèrement mamelonnée, aplatis à leur surface interne, qui s'applique largement sur les côtés de l'estomac, depuis la terminaison de l'œsophage jusque vers le milieu de la poche gastrique. Je n'ai pas réussi à voir le conduit excréteur par lequel ces glandes débouchent dans l'estomac.

L'âge amène des modifications intéressantes dans les glandes gastriques. Des gouttelettes graisseuses incolores, de plus en plus abondantes, commencent par se déposer au sein de leur substance. En même temps leur communication avec l'estomac devient de plus en plus large, et la saillie qu'elles forment sur les côtés de cette poche diminue graduellement pour disparaître enfin tout à fait vers les derniers temps de la vie. Le résultat final de ce processus est la rentrée complète des deux masses glandulaires dans la cavité gastrique, où elles se confondent en une masse unique, de forme circulaire, entourant l'amas granuleux noir placé au centre de cette cavité. C'est cet aspect que j'ai essayé de décrire plus haut chez les individus âgés près de pondre. On se rendra aisément compte de ces changements en considérant que les glandes gastriques sont

espèce, le *Notommata tardigrada* (*Ueber den Bau*, etc., p. 39). Je puis confirmer l'exactitude de l'observation de Leydig sur cette remarquable espèce, trouvée par lui dans la vase du Main, et que j'ai rencontrée récemment en assez grand nombre dans un ruisseau, à Fécamp.

placées dans deux duplicatures de la paroi de l'estomac, et qu'il suffit du déplissement graduel de cette paroi avec l'âge pour amener les modifications que je viens de décrire. Lorsque l'animal s'est débarrassé de ses œufs, il n'y a plus vestige des glandes gastriques, qui ont disparu par résorption avec les globules graisseux qu'elles renfermaient, et le centre du corps n'est plus occupé que par la masse stomacale noire. La mort ne tarde généralement pas à suivre de près l'expulsion complète des œufs.

Je n'ai malheureusement que peu de détails à présenter sur les autres systèmes organiques du *N. Werneckii*. Les *organes d'excrétion*, considérés quelquefois aussi comme un appareil de respiration aquatique, se composent, comme d'ordinaire, d'une vésicule contractile, placée à la partie postérieure du corps (fig. 2, 8, *vc*), et de deux canaux sinueux qui débouchent latéralement dans cette vésicule (fig. 2, 8, *os*). Celle-ci prend, pendant sa dilatation, la forme d'une ampoule parfaitement sphérique (fig. 2, *vc*) et ressemble à un petit sac plissé pendant sa contraction. Les deux canaux latéraux ou organes segmentaires m'ont paru se ramifier dans l'épaisseur de la paroi de la vésicule contractile avant de s'y ouvrir (fig. 8, *vc*). Je n'ai pu les suivre que jusqu'à une petite distance vers la partie antérieure, car bientôt ils se perdaient entre les organes et disparaissaient à la vue. Je ne saurais rien dire, par conséquent, du nombre et de la disposition des petits entonnoirs vibratiles par lesquels les canaux segmentaires s'ouvrent d'ordinaire dans la cavité du corps chez les Rotateurs.

Mes observations sur le *système nerveux* ne sont pas moins incomplètes que les précédentes. A la face dorsale du corps, au-dessus du bulbe pharyngien, j'ai distingué une masse arrondie, pâle, finement granuleuse, qui représente évidemment l'organe nerveux central ou le ganglion cérébroïde (fig. 2, *cn*), mais je n'ai pu discerner aucun des nerfs périphériques qui en partent et que Leydig a si bien vus et figurés, par exemple chez le *Notommata* (*Asplanchna*) *Sieboldii* (1).

(1) Leydig, *Ueber den Bau*, etc., p. 24, pl. 6, fig. 16 et 17.

L'œil impair et médian est placé à la nuque, comme chez tous les Notommates, et correspond au bord postérieur du cerveau (fig. 2, *œ*). Il se compose d'un petit cristallin sphérique, réfringent, enchâssé dans un petit amas de matière pigmentaire rouge. Chez certains Notommates (par exemple, *N. tripus*, *aurita*, *tardigrada*, etc.), l'œil est fixé à la partie antérieure d'une vésicule remplie de corpuscules opaques (calcaires?), et qui, à la lumière transmise, apparaît comme une tache noire dans la région de la nuque, en arrière de la masse cérébrale, à laquelle elle paraît être adhérente. C'est le *sacculus cerebralis* ou *poche calcaire* (*Kalkbeutel*) d'Ehrenberg. Ses fonctions sont entièrement inconnues. Nous ne mentionnons ici cet organe que pour signaler son absence totale chez le *N. Werneckii;* il manque du reste aussi chez beaucoup d'autres Notommates.

Il ne faut pas confondre avec l'organe précédent une petite cavité placée à la face dorsale, en avant de l'œil, dont elle est séparée par toute la largeur du cerveau (fig. 2, *cc*). Cette cavité paraît bifide dans sa moitié antérieure; elle est revêtue, intérieurement, de cils vibratiles très-fins, et renferme un liquide clair et transparent, sans aucun corps solide. Ses usages me paraissent aussi obscurs que ceux du *sacculus cerebralis* dont il vient d'être question. Ces organes problématiques ne sont, du reste, pas rares chez les Rotateurs. En raison des connexions qu'ils présentent quelquefois d'une manière plus ou moins visible avec le centre nerveux, quelques auteurs ont cru pouvoir les considérer comme des organes sensitifs (1). Telle est encore la poche claire placée au-dessus du cerveau et s'ouvrant à la surface de la cuticule, que Leydig a découverte chez divers Rotateurs (2). On peut ranger encore dans cette catégorie d'organes le *ciliated sac* décrit par Huxley chez le *Lacinularia*

(1) C'est ainsi que Leuckart est tenté de voir un appareil auditif dans le *saccus cerebralis,* à cause des corpuscules solides intérieurs et des rapports intimes que cet organe affecte avec le ganglion cérébral. (Leuckart's *Bericht über die niederen Thiere*, in *Arch. für Naturgesch.*, 1859, t. II, p. 189.)

(2) Chez le *Stephanoceros Eichhornii*, l'*Euchlanis triquetra*, le *Notommata centrura*, Leydig, *loc. cit.*, p. 86.

socialis (1), et qu'à raison de ses connexions avec le centre nerveux, il compare à la fossette ciliée des Ascidies ou des Némertes, ou bien encore à la vésicule garnie de cils vibratiles qui représente l'organe olfactif chez l'*Amphioxus*.

Dans la partie postérieure du corps, en avant de la fourche caudale, se trouvent les deux organes allongés qui existent si généralement chez les Rotateurs et qu'en raison de leur forme la plus habituelle, Leydig a désignés sous le nom d'*organes en massue* (*kolbenförmige Organe*). Chez notre espèce, ils sont courts et fusiformes, et ne remontent guère en avant du dernier segment du corps (fig. 2, 8, *gc*). Ehrenberg les décrivait comme les muscles rétracteurs du pied. Nous savons aujourd'hui, grâce aux observations de Leydig (2), Cohn (3), Grenacher (4) et Möbius (5), que ce sont des organes glandulaires chargés de produire la substance agglutinative qui permet à l'animal de se fixer par son pied sur les corps solides environnants.

III

REPRODUCTION.

Tous les individus du *Notommata Werneckii* que j'ai observés étaient femelles. L'ovaire a la forme d'un sac allongé qui s'élève, dans la cavité du corps, à côté du tube digestif, jusqu'au niveau du bord inférieur des glandes gastriques (fig. 2, *ov*). Par sa partie postérieure rétrécie en forme de col ou oviducte (fig. 8, *od*), il s'ouvre, comme chez tous les Rotateurs, dans le canal cloacal, terminaison commune de l'intestin, de l'appareil excréteur et des organes de la reproduction. La struc-

(1) Huxley, *On Lacinularia socialis* (*Transact. of the Microsc. Soc. of London*, new ser., 1853, t. I, p. 9.

(2) Leydig, *Müller's Archiv*, 1857, p. 410.

(3) Cohn, *Ueber die Fortpflanzung der Räderthiere* (*Zeitschr. für wiss. Zool.*, 1856, t. VII, p. 439).

(4) Grenacher, *Einige Beobachtungen über Räderthiere* (*Zeitschr. für wiss. Zool.*, 1869, t. XIX, p. 494).

(5) Möbius, *Ein Beitrag zur Anatomie des* Brachionus plicatilis (*Zeitschr. für wiss. Zool.*, 1874, t. XXV, p. 111).

ture de l'ovaire est des plus simples. Au milieu d'une sorte de stroma granuleux sont plongés de nombreux ovules qui présentent pour la plupart le même état de développement chez un même individu, et arrivent, par suite, presque simultanément au moment où ils doivent être évacués par la ponte. Le vitellus, d'abord homogène et incolore, renferme à son centre une vésicule germinative claire, munie elle-même d'une tache de Wagner volumineuse. Plus tard il devient granuleux et jaunâtre, la vésicule germinative y forme une tache claire et arrondie qui apparaît comme un noyau solide et brillant après le traitement par l'acide acétique. A mesure que les œufs approchent de leur maturation complète, ils s'empilent les uns sur les autres dans l'ovaire en s'aplatissant mutuellement. La distension qu'ils font éprouver au sac ovarien finit probablement par déterminer la rupture ou la résorption de ses parois, car on trouve plus tard les œufs libres dans la cavité du corps et placés immédiatement sous le tégument externe. L'animal, littéralement bondé d'œufs mûrs, présente alors la forme d'une outre arrondie, bosselée à sa surface, d'où émergent deux courts prolongements formés, l'un par la tête, l'autre par la queue (fig. 9).

De même que plusieurs autres Rotateurs, le *N. Werneckii* produit deux sortes d'œufs, dits *œufs d'été* et *œufs d'hiver*, les premiers étant destinés à une éclosion immédiate, tandis que les seconds passent la saison froide et n'éclosent que l'année suivante. Comme cela a lieu aussi d'ordinaire chez ces animaux, les œufs d'été et les œufs d'hiver se différencient entre eux dès le moment où ils sont pondus. Leur forme est toujours ovoïde ou elliptique, mais les œufs d'été ont des dimensions moindres que les œufs d'hiver : dans notre espèce, ils ne mesurent que $0^{mm},056$ de long sur $0^{mm},042$ de large, tandis que les derniers atteignent une longueur de $0^{mm},062$ sur $0^{mm},050$ de large. D'autres différences se font remarquer dans le contenu, dans le nombre et les caractères des enveloppes. L'œuf d'été présente un vitellus clair et transparent, uniformément granuleux; un chorion mince en constitue la seule enveloppe (fig. 11). Dans

l'œuf d'hiver; le vitellus est brun et opaque; il présente à son centre une tache diffuse, claire et arrondie, due probablement à la persistance de la vésicule germinative (fig. 13). Les enveloppes sont au nombre de deux, séparées l'une de l'autre par un espace rempli d'un liquide clair : une externe, plus épaisse (fig. 13, *ch*), formant une coque assez solide; l'autre, interne, mince et membraneuse, étroitement appliquée sur le vitellus (*ch'*). Dans les deux sortes d'œufs la surface extérieure est lisse; chez les autres Rotateurs, elle est, comme on sait, lisse seulement dans les œufs d'été, tandis que dans les œufs d'hiver elle est chagrinée ou facettée, quelquefois hérissée de pointes molles plus ou moins longues et nombreuses, comme chez les *Notommata tripus*, *parasita*, etc.

Depuis la découverte, faite d'abord par Dalrymple (1) chez le *Notommata* (*Asplanchna*) *anglica*, de l'existence de petits individus mâles, retrouvés aussi depuis chez d'autres Rotateurs, deux opinions diamétralement opposées et défendues chacune par un savant autorisé ont cours dans la science sur le mode de développement des œufs d'été et des œufs d'hiver. Les uns soutiennent en effet, avec Huxley, que les œufs d'été seuls exigent, pour leur développement, le concours de l'élément mâle, tandis que les œufs d'hiver sont produits sans fécondation préalable; les autres, se ralliant à la manière de voir de Cohn, pensent au contraire que ce sont ces derniers qui ont besoin de l'imprégnation sexuelle, tandis que les premiers se développent en vertu d'une fécondité propre (parthénogenèse). Comme principal argument en faveur de son opinion, Cohn invoque ce fait que chez toutes les espèces de Rotateurs où des œufs d'hiver ont été rencontrés, leur apparition coïncide toujours avec celle des individus mâles : ainsi chez de nombreux Hydatinides et Brachionides, tandis que dans toute la famille des Philodinides, où ces œufs sont inconnus, on n'a pas observé non plus des mâles (2).

(1) Dalrymple, *Description of an Infusory Animalcule allied to the genus Notommata of Ehrenberg* (*Philos. Trans.*, 1849).

(2) Cohn, *Ueber die Fortpflanzung der Räderthiere* (*Zeitschr. für wiss. Zool.*, 1856, t. VII, p. 483; 1858, t. XI, p. 293).

Mes observations personnelles faites sur le *N. Werneckii* ne donnent raison, ni à la manière de voir de Cohn, ni à celle de Huxley. J'ai déjà dit que sur un grand nombre d'individus de cette espèce qui ont passé sous mes yeux pendant les mois d'avril et de mai, tous étaient femelles. Je n'en veux pas conclure pour cela à l'absence absolue des mâles, car ceux-ci pourraient n'apparaître qu'en automne, comme cela a lieu chez plusieurs Rotateurs. Au début de mes observations, c'étaient d'abord exclusivement des œufs à coque mince et à vitellus clair, ou œufs d'été, qui étaient produits. Dans certaines capsules j'ai compté jusqu'à trente ou quarante de ces œufs pondus par une même femelle ; d'autres n'en contenaient que de dix à vingt. Plus tard, à ces œufs était mêlée une proportion de plus en plus considérable d'œufs à coque épaisse et à vitellus foncé, ou œufs d'hiver. Enfin, dans les derniers jours d'avril et au commencement de mai, presque tous les œufs n'étaient plus que de cette dernière sorte. Non-seulement la production des œufs d'été avait considérablement diminué, mais, chose remarquable, un grand nombre restaient stériles, ou, si un embryon s'était formé à leur intérieur, il mourait sans éclore, alors même qu'il était déjà arrivé à un développement avancé, comme l'indiquait le point oculaire rouge visible à travers l'enveloppe de l'œuf. Ces faits démontrent l'épuisement graduel de la vitalité du germe dans les œufs d'été pondus sans fécondation. Quant aux œufs d'hiver, ils ne m'ont pas paru davantage nécessiter le concours du sexe mâle, ni pour leur production, ni pour leur développement, comme nous le verrons par la suite. Je tire cette conclusion non-seulement de ce que, comme je l'ai déjà dit, jamais aucun individu mâle ne s'est présenté à mon observation, mais aussi de l'absence de corpuscules séminaux chez les femelles extraites de capsules contenant des œufs d'hiver et que j'ai examinées à cet effet avec le plus grand soin. Enfin une dernière preuve de l'absence de mâles résultait de l'identité complète que présentaient entre eux tous les œufs d'été. Nous savons en effet, par les recherches de Dalrymple, Leydig, Cohn, Gosse et d'autres observateurs, que chez les

Rotateurs, le sexe du futur embryon est déjà accusé dans l'œuf par divers caractères, tels que la forme, la grandeur et la coloration différente des œufs mâles et femelles. Or je n'ai rien remarqué de semblable dans l'espèce que j'observais, où tous les œufs d'été se ressemblaient jusque dans leurs moindres détails.

Dans son mémoire souvent cité dans ce travail (1), Cohn a soulevé la question de savoir si une même femelle peut produire, soit à la même époque, soit à des époques différentes, des œufs d'été et des œufs d'hiver, et il a cru pouvoir la résoudre par la négative, en admettant que chaque femelle ne pond jamais, sa vie durant, que des œufs d'une seule sorte. Cohn va même jusqu'à prétendre que, lorsque dans une espèce, il y a en outre des œufs mâles, la production des trois sortes d'œufs est dévolue à autant de catégories différentes de femelles, comme il dit l'avoir observé chez les *Brachionus militaris* et *urceolaris*. En restreignant la question à la formation des œufs d'été et des œufs d'hiver, puisque, ainsi que je l'ai dit, je n'ai pas vu d'œufs mâles chez le *N. Werneckii*, mes observations sur cette espèce ne confirment pas celles de Cohn. Par son mode de ponte, le *N. Werneckii* permet même de trancher facilement ce point de la physiologie des Rotateurs, les femelles s'enfermant d'elles-mêmes dans des capsules distinctes où elles déposent leurs œufs, et dont chacune, sauf de rares exceptions, ne contient qu'un seul individu (2). Or j'ai pu m'assurer qu'à l'époque où les œufs d'hiver commencent à être produits, on trouve dans beaucoup de capsules les deux sortes d'œufs mélangés en proportion variable, comme je l'ai déjà dit plus haut; d'où je crois pouvoir conclure, contrairement à l'assertion de Cohn, qu'une même femelle possède la faculté d'engendrer les deux sortes d'œufs. Mais il n'en est pas moins constant que les

(1) *Loc. cit.*, p. 431.

(2) Vaucher avait déjà observé quelquefois, comme nous l'avons vu dans l'introduction historique, un double point noir dans certaines excroissances des Vauchéries, ce qui indique la présence de deux animalcules dans une même capsule.

premières pontes de l'année se composent presque exclusivement d'œufs d'été, tandis que ce sont au contraire les œufs d'hiver qui prédominent dans les dernières.

Malgré le nom sous lequel ils sont généralement désignés, la ponte des œufs d'hiver peut déjà commencer dès le premier printemps, ainsi que Cohn l'a constaté chez *Hydatina senta* et le *Brachionus urceolaris*, et moi-même chez le *Notommata Werneckii*. Le choix de cette appellation a été motivé par la circonstance que les œufs en question passent l'hiver pour n'éclore que le printemps suivant; toutefois nous pensons avec Cohn que le nom d'*œufs durables* (*Dauereier*) leur conviendrait mieux en ce qu'il exprime leur principal caractère physiologique, qui est de n'éclore qu'après une période de repos prolongée (1).

Je n'ai pas porté une attention spéciale sur le développement des œufs du *N. Werneckii*. La segmentation m'a paru se faire comme chez les autres Rotateurs. J'ai déjà signalé la différence qui existe entre les œufs d'été et les œufs d'hiver touchant l'époque de la disparition de la vésicule germinative, dont on ne trouve plus aucune trace chez les premiers, dans l'œuf frais pondu (fig. 11), tandis qu'elle est encore bien visible chez les derniers (fig. 13).

Plusieurs jours avant l'éclosion on peut déjà distinguer dans l'œuf un embryon bien formé et reconnaître la plupart des organes, tels que le point oculaire rouge, les cils buccaux, l'appareil maxillaire, la vésicule contractile, les glandes gastriques, etc. L'embryon est replié sur lui-même, la tête et la queue recourbées sur la face ventrale et en contact l'une avec l'autre (fig. 12). Aux approches de l'éclosion, il s'agite vivement et se retourne brusquement dans tous les sens en faisant vibrer ses cils buccaux. Ces mouvements ont pour but de faire éclater la coque de l'œuf, et le jeune sort à travers la fente. Aussitôt après sa sortie, les bords de cette fente se rejoignent si exactement, que la coque paraît intacte. Cette coque est abso-

(1) C'est ainsi que les botanistes appellent *spores durables*, ou *chronizoospores*, les corps reproducteurs de certaines Algues qui ne se développent qu'après un temps de repos plus ou moins long.

lument vide, tout le vitellus ayant passé dans la cavité du corps de l'embryon sans laisser de résidu. Le jeune éclos est vermiforme, long de $0^{mm},10$ à $0^{mm},12$ (fig. 10). Dès son entrée dans le monde il cherche à s'échapper de la poche où il est né pour commencer sa vie vagabonde. Mais avant de parler des mœurs du jeune animal, il est nécessaire d'examiner de plus près les excroissances ou galles des *Vaucheria*, dans lesquelles ces Rotateurs passent la majeure partie de leur existence et où ils trouvent à la fois le vivre et le couvert, et un berceau pour leur progéniture.

IV

ÉTUDE DES GALLES DU *Vaucheria terrestris*.

J'ai décrit plus haut d'une manière sommaire les excroissances du *Vaucheria terrestris* habitées par le *Notommata Wermeckii*. Le moment est venu de les étudier plus attentivement, afin de chercher à nous faire une idée de l'origine et de la véritable nature de ces productions. Doit-on réellement les assimiler, ainsi que le pensent quelques auteurs, aux galles produites par l'action des Insectes sur les végétaux phanérogames, ou bien sont-elles des formations d'une autre nature? Pour tâcher d'élucider cette question, nous devons examiner brièvement notre Algue au point de vue de ses caractères botaniques.

Comme toutes les autres Vauchéries, le *V. terrestris* se compose de filaments tubuleux sans cloisons intérieures (1) et remplis de matière verte. Les organes de la fructification, c'est-à-dire l'anthéridie et le sporange, sont portés sur une petite branche secondaire qui s'élève perpendiculairement sur le côté du filament principal (fig. 14, 15, *b*). Cette branche commune très-courte se divise elle-même en deux rameaux, l'un inférieur, l'autre supérieur. Le rameau inférieur, plus grêle, se recourbe en dessous en forme de corne et porte à son extrémité la cellule anthéridienne. Le rameau supérieur, continuation de la bran-

(1) Nous verrons plus loin à quoi tient l'apparence de cloisonnement que présentent ces filaments dans plusieurs de nos figures.

che secondaire, se renfle en massue à son sommet, et cette partie renflée se délimite du reste par une cloison transversale pour former l'oogone ou sporange (1). Au début de mes observations dans les premiers jours d'avril, le temps de la reproduction sexuelle était déjà passé, mais depuis peu. L'anthéridie vidée formait un tube transparent et plissé, ouvert à son extrémité libre (fig. 14, 15, *ca*). La plupart des sporanges renfermaient une spore bien développée, d'un beau vert foncé (fig. 14, *sp*); d'autres s'étaient déjà détachés de la branche fructifère, qui se terminait alors par une extrémité arrondie et renflée (fig. 15, *rs*). Toute cette branche était remplie d'une chlorophylle abondante, qui se continuait sans interruption avec celle du filament principal.

Si des organes de la reproduction nous passons maintenant aux excroissances habitées par le *N. Werneckii*, une simple comparaison suffira pour nous convaincre de l'identité morphologique complète des deux sortes de productions. Les kystes parasitiques ne sont en effet autre chose que les branches persistantes qui portaient les organes de la reproduction, branches qui, sous l'influence du parasite, ont pris un accroissement considérable accompagné d'une modification plus ou moins prononcée dans leur forme. Cependant on reconnaît encore parfaitement, chez la plupart, l'apparence de massue qu'elles présentent à l'état normal, et presque toujours aussi la partie rétrécie, ou manche de la massue, donne naissance à un petit tube recourbé dans lequel on reconnaît sans peine le rameau anthéridien ou cornicule (fig. 17, *ra*). Enfin, ce qui lève les derniers doutes sur la nature de ces productions, on trouve parfois de jeunes Rotateurs logés dans des capsules qui, pour la forme et le volume, ne diffèrent en rien des branches sporifères normales, telles qu'on les observe à l'époque de la reproduction de la plante (fig. 15, *rs*).

A mesure que le parasite grossit, la capsule qui l'héberge grandit en même temps que lui, et finit par acquérir un volume

(1) J'ai observé quelquefois, mais rarement, deux anthéridies et deux sporanges portés sur une même branche latérale.

qui dépasse quelquefois du quintuple son volume primitif (fig. 16, 17, 18). J'en ai mesuré qui avaient près d'un millimètre de long sur un tiers de millimètre de large. Pendant l'accroissement de la poche, la chlorophylle augmente d'une manière proportionnelle et forme une masse compacte, d'un vert sombre, qui la remplit entièrement. En même temps, la paroi de cellulose s'épaissit sur toute la périphérie de la capsule, qui présente en outre d'autres phénomènes sur lesquels je reviendrai bientôt. Dans les capsules bien vertes et à végétation vigoureuse, la paroi est incolore et transparente comme dans le reste de la plante, mais elle prend avec l'âge une coloration brune qui coïncide avec l'altération de la chlorophylle intérieure. Ces vieilles capsules renferment quelquefois des œufs et de jeunes Rotateurs provenant de l'éclosion de ceux-ci, mais jamais des femelles adultes venues dans l'intention de pondre.

C'est toujours à un âge très-jeune que le parasite s'introduit dans la plante pour y passer le reste de son existence, s'accroître et se reproduire. Il se nourrit du contenu de la capsule; mais, chose curieuse, quoique plongé au sein de la matière verte, c'est exclusivement le plasma incolore qu'il ingère, ce que l'on reconnaît facilement à l'absence de toute coloration verte du contenu du tube digestif. Ce fait est une confirmation remarquable des observations de M. Chautard, qui prouvent que la chlorophylle n'est pas une substance assimilable (1). Dans ses belles recherches sur la digestion chez les Insectes, M. Félix Plateau (2) a constaté également que cette substance résiste au travail digestif et se retrouve dans les excréments chez les espèces qui se nourrissent de végétaux (3).

(1) On sait, en effet, que M. Chautard a retrouvé par le spectroscope la chlorophylle dans les résidus de la digestion des Vertébrés herbivores et omnivores (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1873, t. LXXVI, p. 103; 1873, t. LXXVII, p. 597).

(2) Félix Plateau, *Recherches sur les phénomènes de la digestion chez les Insectes*, 1874, p. 56, 119.

(3) D'après Cohn, l'estomac du *Notommata parasita*, qui vit dans les sphères du Volvox, dont il dévore les globules intérieurs, contient de la matière verte

Arrivé au moment de la reproduction, le corps gonflé d'œufs mûrs (fig. 9), notre animalcule commence à déposer ceux-ci dans l'intérieur de la capsule. Il les pond un à un, sans régularité, isolément ou par groupes, au sein de la matière verte. Après avoir pourvu aux soins de sa reproduction, la femelle meurt, son corps se détruit, et il n'en reste bientôt d'autre vestige que la masse pulvérulente noire qui forme le résidu de la digestion stomacale (fig. 18, *ms*). Dans le temps qui s'écoule entre la ponte et l'éclosion des œufs, la capsule commence à présenter des signes de décomposition : la chlorophylle intérieure perd sa distribution homogène (fig. 18), sa belle couleur verte ; elle disparaît par places, forme des amas irréguliers, floconneux, en partie décolorés. Dix à quinze jours après la ponte, les œufs éclosent successivement. J'ai décrit plus haut les caractères des jeunes Notommates à leur sortie de l'œuf. A peine éclos, ils parcourent avec une sorte d'inquiétude la poche où ils sont nés, en explorent dans tous les sens la paroi, cherchant une issue au dehors. Ceci m'amène à parler de certaines particularités de l'évolution des capsules que j'ai passées jusqu'ici sous silence.

Nous avons vu que, sous l'influence du parasite, les petites branches latérales du *Vaucheria*, qui portent les organes de la reproduction, au lieu de s'atrophier et de disparaître après que ceux-ci ont terminé leur rôle, s'hypertrophient au point d'acquérir un volume quatre ou cinq fois plus considérable qu'à l'état normal. Cette exagération des fonctions végétatives n'est pas, nous le croyons du moins, le résultat d'une simple irritation mécanique du plasma produite par le contact du parasite agissant comme corps étranger. Nous pensons qu'il s'agit ici d'une stimulation déterminée par la sécrétion d'une liqueur âcre, par conséquent de même nature que celle qui donne lieu

(*Zeitschr. für wiss. Zool.*, t. IX, p. 291). On conçoit qu'il est difficile, dans ce cas, pour l'animal, d'ingérer le plasma à l'exclusion de la chlorophylle que renferment ces globules. Il en est de même des Rotateurs qui se nourrissent de détritus de plantes aquatiques, et dont l'intestin est également souvent coloré en vert.

à la formation des galles chez les plantes phanérogames, sous l'influence de la piqûre d'un grand nombre d'Insectes. Cette ressemblance nous paraît exister surtout avec ceux de ces animaux qui, tels que certains Aphidiens, déterminent sur les végétaux le développement de galles, dans lesquelles ils habitent et se multiplient, par l'introduction dans le tissu de la plante d'un liquide sécrété par les glandes salivaires. Ces glandes existent aussi chez notre Rotateur, du moins avons-nous cru pouvoir caractériser comme telles les annexes du tube digestif qui débouchent dans le pharynx (fig. 2, *gs*). Leur volume relativement considérable, comparé à celui des organes auxquels quelques auteurs ont attribué une signification analogue chez d'autres Rotateurs (1), paraît indiquer qu'elles sont destinées à remplir des fonctions spéciales et importantes chez le *N. Werneckii*. Remarquons que les glandes salivaires acquièrent aussi un grand développement chez les Insectes gallicoles dont il est question plus haut.

Pour en revenir aux excroissances parasitiques des *Vaucheria*, spécialement de l'espèce qui fait le sujet de notre étude, elles présentent encore cette analogie avec certaines galles des végétaux supérieurs, d'être fréquemment le siége d'un développement végétatif qui donne lieu à la formation, sur divers points de leur surface, de filaments plus ou moins longs et nombreux, simples ou rameux, remplis de matière verte. Il suffit de rappeler ici les bédégars du Rosier, les erineum déterminés par les Acariens, les galles formées sur les feuilles de la Vigne par le *Phylloxera vastatrix*, etc. Dans les capsules ou galles du *Vaucheria terrestris* produites par le *N. Werneckii*, ces excroissances filamenteuses se développent généralement au sommet, plus rarement à la base de ces poches vésiculeuses. Lorsqu'elles se forment au sommet, celui-ci commence par s'aplatir et par prendre une forme anguleuse ; puis, de chacun des angles, disposés ordinairement comme ceux d'un quadrilatère, d'autres fois d'un point de la paroi placé immédiatement

(1) Leydig, *Zeitschr. für wiss. Zool.*, t. VI, p. 73 ; Cohn, *ibid.*, t. VII, p. 475 ; Möbius, *ibid.*, t. XXV, p. 110.

au-dessous de chaque angle, naît une protubérance dans laquelle pénètre la matière plasmique (fig. 16, x, x). La paroi capsulaire s'amincit considérablement au point culminant de la protubérance, laquelle, continuant à s'allonger, se transforme bientôt en un filament vert, plus grêle ou du même calibre que le filament principal de la plante (fig. 17, *ba*). Ces branches adventives atteignent souvent plusieurs fois la longueur de la capsule qui leur a donné naissance. Les unes restent simples, d'autres se bifurquent à une distance variable de leur point d'origine ; tantôt elles se recourbent vers le haut en forme de cornes (fig. 17), tantôt elles prennent une direction plus ou moins horizontale ou oblique.

Mais il arrive fréquemment qu'au lieu de s'allonger et de former une branche, comme nous venons de le décrire, la protubérance initiale se perfore à son sommet, où, nous l'avons dit, la membrane capsulaire présente une minceur remarquable. Par suite de cette perforation, une communication s'établit entre l'intérieur de la capsule et le liquide ambiant (fig. 18, x'). Souvent les jeunes Notommates profitent de cette voie pour s'échapper au dehors. Plus ou moins longtemps avant la formation de cette ouverture, et comme en prévision de sa production prochaine, on les voit pénétrer fréquemment dans la cavité de la protubérance et en explorer la paroi avec les cils de la partie antérieure du corps. On pourrait être tenté de croire que la perforation est l'œuvre des jeunes parasites eux-mêmes, qui la produiraient soit en entamant la paroi du kyste à l'aide de leurs mâchoires, soit en la ramollissant au moyen d'un liquide sécrété par eux. Ce qui prouve qu'il n'en est pas ainsi, c'est qu'on rencontre souvent des capsules perforées qui ne contiennent encore que des œufs non éclos, voire même des œufs d'hiver dont l'éclosion n'a lieu que l'année suivante.

Les branches adventives qui se forment à la base de la capsule, comme cela a lieu aussi quelquefois, ainsi que je l'ai dit, se produisent d'une manière analogue à celles naissant au sommet. Sur un point de la surface du kyste, la paroi est repoussée en dehors sous la forme d'un mamelon creux dan

lequel pénètre le plasma (fig. 16, 17, *ba'*). Ce mamelon forme ensuite en s'accroissant une branche plus ou moins longue. Il arrive aussi fréquemment, comme au sommet du kyste, que la membrane amincie de l'extrémité du mamelon se détruit avant qu'il ait commencé à s'allonger. Il se produit ainsi une ouverture qui constitue une nouvelle porte de sortie pour les jeunes Notommates emprisonnés dans l'intérieur du kyste (fig. 18, x''). Enfin, le tube anthéridien lui-même, persistant à la base de la poche parasitique avec son extrémité ouverte, peut leur servir aussi d'issue pour s'élancer dans le monde extérieur (fig. 17, *ra*) (1).

Il n'est pas rare qu'au lieu de sortir par une des ouvertures dont nous venons de parler, les jeunes Rotateurs pénètrent dans le filament principal en traversant le col de la capsule.

En cheminant dans son intérieur, ils arrivent sans peine, surtout lorsque cette portion du tube est vide, à une autre capsule qui leur présente des facilités pour sortir. Mais il n'en est pas toujours ainsi; des obstacles sérieux leur barrent quelquefois le passage à droite et à gauche, et les obligent à rétrograder vers la poche qu'ils viennent d'abandonner. Ces obstacles ne proviennent pas de la présence de la chlorophylle dans le tube, car ils peuvent assez facilement se frayer un chemin à travers cette substance molle. Je veux parler des fausses cloisons (fig. 15, 16, 18, *fc*) qui se forment avec une si grande facilité dans les filaments des Vauchéries sur tous les points où ceux-ci ont subi une lésion, soit par suite d'une blessure de la paroi du tube ou d'une altération locale du plasma intérieur. Par la formation d'une cloison de cellulose de chaque côté de la partie

(1) Les filaments adventifs des galles des Vauchéries ont été aperçus d'abord par Unger, en 1827. « J'observai, dit-il, que l'extrémité de la capsule, au bout de quelques jours, prit une forme anguleuse et donna plus tard naissance à deux expansions en forme de cornes; elle resta dans cet état tandis que l'animalcule devint plus foncé et mourut, et plus tard il finit par se détruire en même temps que les autres parties de la Conferve. » (*Ann. des sc. nat.*, 1828, t. XIII, p. 438.) Après Unger, ces filaments ont été observés par Kützing, qui en faisait un caractère normal de son prétendu *Vaucheria sacculifera*, et plus récemment, enfin, par le docteur Magnus, dont nous avons rapporté les observations dans la partie historique de ce travail.

malade, celle-ci est comme séquestrée du reste du tube, et l'altération ne peut s'étendre à la portion restée saine (1).

Peu à peu, à mesure des éclosions, la capsule se vide des animalcules qu'elle renfermait. Les coques abandonnées des œufs et la masse intestinale noire de la mère sont les seuls vestiges du mouvement et de la vie qui l'animaient naguère (2). Des Infusoires divers, des Chytridinées (3), envahissent la capsule et achèvent de faire disparaître ce qui restait de la matière verte.

Parvenus dans le liquide ambiant, les jeunes Notommates s'y ébattent en toute liberté, nageant et rampant alternativement avec beaucoup de vivacité. Ils ne prennent aucune nourriture pendant toute cette période de vie libre; aussi ont-ils hâte de rentrer dans la plante pour ne plus la quitter désormais. Cette rentrée s'effectue par toutes les ouvertures des capsules dont j'ai décrit plus haut le mode de formation, et de là ils passent dans les branches jeunes et vertes, où ils grossissent et se reproduisent à leur tour. C'est ainsi que s'explique l'introduction des animalcules dans les tubes de *Vaucheria*, introduction qui, pour tous les observateurs, était une énigme, car, à l'exception du docteur Magnus, qui a aperçu récemment les ouvertures se formant à l'extrémité des branches adventives, aucun d'eux n'avait réussi à constater de solution de continuité ni dans la paroi des tubes, ni dans celle des capsules.

Il me reste enfin à parler de la destinée des œufs d'hiver pondus dans les galles. Nous avons vu que ces œufs commencent déjà à être produits dès le mois d'avril, d'abord mêlés à des œufs d'été, puis seuls. Vers le milieu de mai, la ponte des œufs d'été avait complétement cessé, et les capsules ne renfer-

(1) Voy. Hofmeister, *Handbuch der physiol. Bot.*, t. I, p. 76, et Hanstein, *Lebenszähigkeit der Vaucheriazellen* (*Niederrh. Ges.*, *Sitz.* V, 4 nov. 1872, et *Bot. Zeit.*, 1873, p. 697).

(2) « Au bout de huit jours, dit Wimmer, je n'en rencontrai plus aucun vivant, tous s'étaient résous en une masse pulvérulente noire. » (*Arb. schles. Ges. vaterl. Cultur*, 1833 (1834), p. 71.)

(3) Entre autres, une petite espèce de *Rhizidium*, dont les prolongements forment un réseau délié autour des petits amas de chlorophylle altérée.

maient plus que des œufs d'hiver. Ceux-ci étaient en nombre beaucoup moins considérable que les œufs d'été, de cinq à douze au plus dans chaque capsule, tandis que l'on comptait parfois trente à quarante des derniers. Malgré le soin avec lequel je cultivais mes filaments de *Vaucheria*, en renouvelant chaque jour l'eau qui les baignait, ils ne tardèrent pas à se détruire. Mais les œufs restèrent inaltérés dans les capsules dépourvues de chlorophylle et dont la membrane avait pris une teinte brune, ainsi que les tubes de la plante. Pendant toute la durée de l'été et de l'automne et la première moitié de l'hiver, les œufs ont continué à ne présenter aucun signe de développement embryonnaire, mais le vitellus conservait toujours son aspect frais. Malheureusement une interruption assez longue étant survenue dans mes observations, j'ai trouvé, à la fin de mars, tous les œufs vides de leur contenu, les coques seules étaient restées dans les capsules. L'éclosion a dû avoir lieu vers la fin de l'hiver ou au commencement du printemps, et les jeunes avaient probablement péri faute de nourriture, car je n'en vis aucun, ni dans l'eau qui baignait les filaments, ni dans l'intérieur de ceux-ci. Depuis cette époque, le *Notommata Werneckii* ne s'est plus représenté à mon observation.

L'intéressant animalcule dont j'ai essayé d'écrire l'histoire dans les pages qui précèdent n'est pas la seule espèce du genre *Notommata* qui vive en parasite dans une Algue. Ehrenberg nous a fait connaître le *N. parasita*, qui habite solitairement ou à plusieurs dans les sphères du *Volvox globator*, qui le promène comme « dans une nacelle » (1). Il se nourrit des jeunes colonies filles et dépose ses œufs dans la masse gélatineuse du *Volvox*. Lorsqu'il veut entrer ou sortir, il dévore, suivant Ehrenberg, quelques-uns des globules intérieurs jusqu'à ce que le trou soit assez grand pour lui livrer passage. Une autre espèce, le *N. Petromyzon*, vit aussi dans les sphères de *Volvox*, souvent en compagnie de la précédente (2).

(1) Ehrenberg, *Die Infusionsthierchen*, 1838, p. 426, pl. 50, fig. 1.
(2) Idem, *op. cit.*, p. 427, pl. 50, fig. 7.

Après Ehrenberg, le *N. parasita* a été l'objet d'observations intéressantes de la part de John Williams (1), de Gosse (2) et surtout de Ferdinand Cohn (3), qui a découvert le mâle, plus petit que la femelle et dépourvu d'organes digestifs, comme tous les mâles des Rotateurs. Cohn a constaté en outre que le *N. parasita* produit trois sortes d'œufs, savoir : 1° des œufs d'été, nombreux, à coque lisse, qui donnent naissance aux femelles ; 2° des œufs semblables aux précédents, mais plus petits, d'où sortent les mâles ; et 3° des œufs d'hiver, peu nombreux, plus volumineux, et dont la coque est hérissée de courtes épines, comme Ehrenberg l'avait déjà figuré sur un œuf renfermé dans l'oviducte de la femelle.

Je terminerai ce travail en résumant dans les propositions suivantes les principaux résultats de mes recherches :

Le *Notommata Werneckii* présente dans son existence deux périodes, l'une de vie libre, l'autre de parasitisme dans les tubes des Vauchéries. Dans chacune de ces deux phases de son existence, il affecte une forme très-différente : dans la première, il est allongé, vermiforme, divisé extérieurement en segments bien distincts ; dans la seconde, où il atteint l'âge de maturité, il est dilaté, sacciforme, très-contractile et sans trace de segmentation.

A ces changements extérieurs correspondent des modifications importantes dans les organes internes, caractérisées surtout par l'énorme développement de l'ovaire et l'atrophie des annexes du tube digestif (glandes salivaires et gastriques).

De même que plusieurs autres Rotateurs, le *N. Werneckii* pond deux sortes d'œufs dits œufs d'été et œufs d'hiver, qui se distinguent entre eux par leur structure non moins que par leur mode de développement.

(1) J. Williams, *On the occurrence of parasitic Rotifera in* Volvox globator (*Transact. of the Microsc. Soc.*, 1852, t. III, p. 129).

(2) Gosse, *On the* Notommata parasita *inhabiting the spheres of* Volvox globator (*ibid.*, p. 143).

(3) F. Cohn, *Bemerkungen über Räderthiere* (*Zeitschr. für wiss. Zool*, 1858, t. IX, p. 291).

Une même femelle peut produire, soit exclusivement des œufs d'été ou des œufs d'hiver, soit les deux sortes d'œufs mélangés dans une même galle de *Vaucheria*.

Les œufs d'hiver sont déjà produits dès le printemps ; leur ponte commence plus tard et se prolonge plus longtemps que celle des œufs d'été; ceux-ci se développent immédiatement, tandis que les premiers hivernent et n'éclosent que l'année suivante.

Je n'ai pas observé d'individus mâles, et d'autre part je n'ai jamais trouvé de spermatozoïdes chez les femelles, d'où je conclus que les œufs d'hiver comme les œufs d'été se développent sans fécondation préalable.

Les galles des *Vaucheria*, dans lesquelles le *N. Werneckii* vit en parasite et se reproduit, sont dues à une hypertrophie des branches de la plante qui portent les organes de la fructification. Elles diffèrent des galles proprement dites, développées sur les végétaux supérieurs, en ce qu'elles sont des parties préexistantes qui ont simplement subi un accroissement de volume sous l'action du parasite. Cette exagération des fonctions végétatives se manifeste aussi souvent par la formation de branches adventives sur divers points de la surface de la galle.

La sortie des jeunes Notommates nés dans les galles, et leur rentrée dans les tubes de *Vaucheria* pour la formation de galles nouvelles, s'effectuent par des ouvertures qui se produisent spontanément au sommet des branches adventives ; ils se servent aussi quelquefois, dans le même but, de la cornicule ou organe mâle de la reproduction, qui persiste à la base de la capsule sous la forme d'un tube ouvert à ses deux extrémités.

EXPLICATION DE LA PLANCHE 4.

Lettres désignant les parties de l'animal.

bo, bouche.
cc, cavité ciliée.
cn, centre nerveux.
e, estomac.
gc, glandes caudales.
gg, glandes gastriques

gr, globules graisseux provenant de la destruction des glandes gastriques.
gs, glandes salivaires.
in, intestin.
l, lèvre supérieure du vestibule buccal.
l', lèvres latérales.
ms, masse stomacale.
o, œufs d'été.
o', leurs coques vides.
o'', œufs d'hiver.
od, oviducte.
œ, œil.
œs, œsophage.
os, organes segmentaires.
ov, ovaire.
ph, pharynx.
t, tégument externe avec la couche cellulaire sous-jacente.
vb, vestibule buccal.
vc, vésicule contractile.

Lettres désignant les parties de la plante.

b, branche portant les organes de la reproduction.
ba, branches adventives formées au sommet de la galle.
ba', branches adventives de la base.
ca, cellule anthéridienne vide et ouverte.
fc, fausse cloison.
g, galles formées par le parasite.
o, organes de la reproduction sexuelle.
ra, rameau anthéridien.
rs, rameau sporangifère.
sp, sporange.
x, *x'*, *x''*, points où se produisent les ouvertures des poches parasitiques.

Fig. 1. Tubes du *Vaucheria terrestris* vus à un faible grossissement. Ils présentent, en *o*, *o*, les organes de la reproduction, et en *g*, *g*, les capsules ou galles habitées par le *Notommata Werneckii*, dont la présence est indiquée par le point noir intérieur.

Fig. 2. *Notommata Werneckii* adulte, vu par la face dorsale.

Fig. 3, 4, 5. Extrémité céphalique, vue de profil. Ces figures sont destinées à montrer quelques-unes des variations de forme dues aux contractions de cette partie.

Fig. 6 et 7. Même extrémité, vue par la face ventrale. Dans la figure 6, le vestibule buccal est représenté largement ouvert; dans la figure 7, il est vu à demi-fermé; *bo*, fente buccale.

Fig. 8. Extrémité postérieure du corps. *vc*, vésicule contractile; *os*, les deux

canaux qui y débouchent ; *gc*, glandes caudales. Un œuf d'été est engagé dans l'oviducte, *od*.

Fig. 9. Individu âgé, dont le corps est distendu par des œufs presque mûrs. Au centre du corps on voit la masse stomacale noire, *ms*, entourée d'un cercle de globules graisseux provenant de la destruction des glandes gastriques.

Fig. 10. Jeune individu pendant la période libre de son existence.

Fig. 11. Œuf d'été venant d'être pondu.

Fig. 12. Œuf d'été renfermant un embryon près d'éclore.

Fig. 13. Œuf d'hiver récemment pondu. *ch*, chorion externe ; *ch'*, chorion interne ; *vg*, vésicule germinative.

Fig. 14. Organes de la reproduction du *Vaucheria terrestris* après la fécondation.

Fig. 15. Les mêmes organes après la chute de la spore. Un jeune Notommate est logé à l'intérieur du rameau sporangifère, *rs*. Une fausse cloison, *fc*, s'est produite dans le tube de la plante, non loin de la branche qui porte les organes de la reproduction.

Fig. 16. Poche parasitique ou galle du *V. terrestris*, renfermant une femelle en train de pondre des œufs d'été.

Fig. 17. Galle contenant une femelle qui a achevé de pondre ses œufs d'hiver *o''*. *ba*, branches adventives simples ou ramifiées, développées au sommet de la galle ; une branche semblable, *ba'*, commence à naître vers la base. Un peu plus bas on voit le rameau anthéridien (cornicule), *ra*, persistant et entièrement vide de son contenu.

Fig. 18. Vieille capsule parasitique formée à l'extrémité d'un filament et renfermant un grand nombre d'œufs d'été en train d'éclore. Dans le bas de la capsule, trois jeunes Notommates, récemment éclos, cherchent une issue au dehors. Une ouverture, x, s'est formée à sa partie supérieure, et une autre, x', est sur le point de se produire ; enfin, tout à fait dans le bas, on voit une troisième ouverture x''. Le corps de la femelle s'est détruit, et il ne reste que la masse stomacale noire, *ms* ; *fc*, fausse cloison dans le tube de la plante, fermant, de ce côté, le passage aux jeunes parasites.

DESCRIPTION

DES

CRUSTACÉS RARES OU NOUVEAUX

DES COTES DE FRANCE

Par M. HESSE.

(Vingt-septième article.)

Description de deux nouveaux Crustacés parasites formant les deux genres nouveaux *Pachynesthus* et *Polyoon* (1).

Les Crustacés qui font l'objet de ce mémoire appartiennent aux espèces déjà assez nombreuses, quoique récemment découvertes, des parasites qui vivent renfermés dans l'intérieur de diverses espèces d'Ascidies.

Cette communauté d'existence a dû nécessairement exercer sur leurs habitudes et sur leurs formes extérieures une grande influence, qui, dans l'ensemble, les rapproche plus ou moins les uns des autres, mais qui cependant, dans les détails, n'est pas assez complète pour qu'il ne soit pas possible de saisir entre eux des différences qui servent à les distinguer. Ce sont ces caractères, dont j'ai dû nécessairement tenir compte, qui m'ont permis d'établir les deux nouveaux genres dont je vais donner ci-après la description.

B. — Espèces dont l'extrémité de l'abdomen est terminée par des lames plates et divergentes.

Pachynesthe violet.

(*Pachynesthus violaceus*, Nobis).

Le *mâle* m'est inconnu.

La *femelle* (2) est de très-petite taille; elle a un millimètre

(1) De παχύνεσθαι, devenu gras; et de πολὺς, beaucoup, ὠὸν, œuf.

(2) Planche 5, fig. 1 et 3.

de long. Vue en dessus, sa tête, qui est petite et plus étroite que le corps, offre sur sa partie antérieure et médiane un seul *œil* qui est relativement assez gros. Le bord frontal est légèrement arrondi au milieu et échancré sur les côtés ; la base de la tête est plus large que son sommet.

Le *thorax*, qui occupe les trois quarts de la longueur du corps, est allongé ; il va en s'élargissant de la base au sommet ; ses côtés, qui sont tuméfiés et arrondis, forment au milieu une gouttière assez profonde, qui parcourt verticalement toute l'étendue du corps, de l'occiput à la base de l'*abdomen*.

Celui-ci est infiniment plus étroit que le thorax ; il n'est formé que de deux articles, dont le premier, qui touche au thorax, est bien plus plat que celui-ci et est de forme légèrement bombée et arrondie, terminée par un appendice plat, bifurqué, dont les pointes divergentes se terminent en queue d'aronde, armées à leur extrémité de deux fortes pointes. On remarque aussi, de chaque côté du premier anneau abdominal, une sorte de membrane mince et transparente légèrement plissée longitudinalement et qui forme une marge assez large en bas du thorax (1).

Vue en dessous (2), la tête présente, de chaque côté du bord frontal, une paire d'antennes grosses, courtes et coniformes, réunies à leur base par un même pédoncule, dont la première, qui est la plus courte, présente deux ou trois articles armés de pointes et de poils, et la deuxième, qui est plus longue et qui en a aussi quatre ou cinq, lui ressemble pour la forme, et est aussi, comme elle, garnie de pointes et de poils (3).

A la base et au-dessous de ces antennes, on aperçoit, fixées à une petite protubérance médiane, arrondie, une paire de pattes très-longues et très-grêles, formées d'un article fémoral assez long et de deux autres articles d'un calibre plus étroit, terminés par une griffe aiguë (4).

(1) Fig. 1, 2 et 10.
(2) Fig. 2 et 4.
(3) Fig. 5.
(4) Fig. 6.

Un peu plus bas, et aussi sur la ligne médiane, on aperçoit le *bulbe buccal*, qui est arrondi et plus large à sa partie supérieure, et dont l'extrémité inférieure se termine par l'orifice de la bouche, de chaque côté duquel se voient des mandibules denticulées et d'une petitesse extrême.

On aperçoit en outre, en dehors, de chaque côté de celle-ci, deux petites pattes-mâchoires qui descendent verticalement, et dont les pointes dépassent légèrement le bord inférieur de la bouche, et en dehors et attenantes à ces petites pattes, deux autres plus larges et plus plates, qui sont placées de chaque côté.

Plus bas que celles-ci et à la base de la tête, se trouve une autre paire de pattes infiniment plus robustes, composées d'un article fémoral très-fort, suivi de deux autres articles également très-solides et terminés par une griffe puissante et crochue dont la pointe peut se rabattre sur les deux derniers articles de ces pattes.

Celles-ci sont suivies de quatre paires de pattes thoraciques (1) placées de chaque côté des anneaux de cette partie du corps, et qui sont toutes uniformément composées d'une sorte d'article basilaire charnu et creux qui forme une cupule assez profonde pour pouvoir recevoir la partie antérieure de ces pattes, composées de deux ou trois articles grêles et cylindriques, terminés par une griffe arquée et pointue.

Les bords latéraux du thorax sont, de ce côté, comme du côté de la face supérieure, très-tuméfiés et arrondis (2), formant des bourrelets sur lesquels on n'aperçoit que très-faiblement les divisions des articles thoraciques. Cette élévation des parties latérales contribue à former au milieu, comme cela a lieu en dehors, une gouttière dont j'ai parlé en décrivant la face supérieure, et qui est, de ce côté, un peu moins profonde, mais beaucoup plus large.

Enfin, le dernier appendice abdominal présente, en dessous

(1) Fig. 7 et 8.
(2) Fig. 2 et 3.

de ces pointes divergentes, deux autres qui sont plus courtes et arrondies et très-aiguës (1).

Vu de profil (2), ce Crustacé, qui, comme beaucoup de ceux que l'on rencontre dans les Ascidies et qui ont à peu près sa forme, a l'habitude de se cambrer en se renversant en arrière et forme ainsi un demi-cercle.

Dans cette position, on aperçoit bien plus évidemment l'effet de la tuméfaction occasionnée, je pense, par les œufs accumulés dans les parties latérales du thorax. Les plis formés par la contraction du corps s'accentuent visiblement du côté du profil dorsal, et l'on voit que le dernier article thoracique se termine par une sorte de protubérance arrondie qui s'élève considérablement au-dessus de la région abdominale.

Coloration. — Ce petit Crustacé a la tête blanche, ce qui la fait parfaitement ressortir et se distinguer du thorax, qui est de couleur violette hortensia d'une teinte très-agréable. Le milieu du corps est d'une teinte rouille très-foncée, et l'abdomen est blanc comme la tête, dont l'œil est rouge vif. La coloration en dessous est exactement la même qu'en dessus. Les œufs me sont inconnus, mais on les apercevait entassés de chaque côté du thorax à travers la peau, qui est très-mince et très-transparente.

Habitat. — Trouvé deux exemplaires seulement le 2 mai 1871, au port de Postrein, près de Brest, dans une Ascidie composée.

A. — Espèces dont l'extrémité de l'abdomen est terminé par des pointes aiguës.

Polyoone jaune.

(*Polyoon luteum*, Nobis).

Mâle inconnu.

Femelle (3). — Elle est un peu moins tuméfiée, mais plus

(1) Fig. 11.
(2) Fig. 3.
(3) Fig. 12 et 13.

grande que celle de l'autre espèce, dont elle a deux fois la taille, c'est-à-dire 2 millimètres.

Son corps est gros et cylindrique, un peu plus étroit à ses deux extrémités qu'au milieu. La peau qui le recouvre est lisse et bien tendue, laissant apercevoir assez distinctement les divisions dont il est formé.

Vue en dessus, la tête est petite et bien distincte ; elle est plus étroite à son extrémité supérieure qu'à sa base ; son bord frontal est arrondi, et l'on aperçoit, non loin de celui-ci et sur la ligne médiane, un œil unique de moyenne grosseur.

Le *thorax* est divisé en cinq articles, qui forment à eux seuls la presque totalité du corps. Le premier est le plus petit, et le dernier est le plus grand. Les quatre premiers sont légèrement échancrés au milieu, sur les côtés, et ils sont tous bordés d'un limbe blanc étroit.

L'*abdomen* est formé de trois articles à peu près de la même longueur, mais de largeur différente, allant en diminuant de dimension de la base à l'extrémité inférieure, qui est terminée par deux appendices divergents armés de pointes aiguës et recourbées, pouvant au besoin faire fonction de griffes préhensiles.

Vu en dessous, on aperçoit de chaque côté du bord frontal une paire d'antennes doubles, courtes (1), divergentes et cylindriques, d'inégale longueur, composées de trois ou quatre articles hérissés de soies et de pointes rigides.

Un peu plus bas, et aussi de chaque côté, on voit une patte grêle, cylindrique, formée de trois articles, et terminée par une griffe légèrement recourbée (2).

Au milieu de la tête s'aperçoit le *bulbe buccal*, dont la conformation a beaucoup de rapport avec celle que je viens de décrire dans l'espèce précédente.

Enfin, au-dessous de celle-ci et latéralement, on voit une paire de pattes robustes, formées de trois ou quatre articles terminés par une forte griffe crochue (3).

(1) Fig. 14.
(2) Fig. 15.
(3) Fig. 16.

Les *pattes thoraciques* (1) sont au nombre de quatre paires, qui sont toutes conformées de la même manière. Elles sont fixées latéralement au milieu d'une sorte de cupule membraneuse, de laquelle émerge une capsule triangulaire terminée en pointe, et qui est destinée à recouvrir la base de ces pattes grêles et plates qui peuvent en sortir ou y rentrer à volonté.

Ces pattes sont formées de deux ou trois articles. Elles sont terminées par deux petites griffes, et leur bord inférieur est garni de petites pointes placées l'une à côté de l'autre, comme les dents d'un peigne.

Vu de profil, le corps paraît cylindrique (2) et un peu ballonné. La peau est lisse, et les anneaux sont assez distinctement indiqués. On aperçoit aussi, à l'extrémité de l'abdomen, les griffes recourbées qui le terminent.

Les *œufs* sont placés de chaque côté de l'abdomen, à la base du thorax, dans des tubes fusiformes dont la longueur et la grosseur égalent presque celle du corps entier; ils sont de grosseur moyenne, et par conséquent ils sont en nombre considérable (3).

Coloration. — La tête, ainsi que le corps et l'abdomen, sont de couleur jaune d'or très-vive. Une ligne étroite, violette, parcourt tout le corps verticalement, de la base de la tête à l'extrémité de l'abdomen. Deux raies rouges carmin, onduleuses, suivent aussi le même trajet de chaque côté de la ligne médiane. L'œil est également rouge, et les œufs sont d'une couleur violette très-foncée.

Habitat. — Trouvé dans le port marchand de Brest deux individus femelles renfermés dans une Ascidie composée, globuleuse, de couleur jaune vif, ponctués de petits points rouges (4).

(1) Fig. 17 et 18.
(2) Fig. 13.
(3) Fig. 12.
(4) Fig. 21.

BIOLOGIE.

L'existence complétement sédentaire, et pour ainsi dire de réclusion, à laquelle se trouvent condamnés les Crustacés que je viens de décrire, n'exige pas, comme pour ceux qui vivent en liberté, des moyens de locomotion perfectionnés, dont ils n'auraient du reste aucun emploi ; aussi ceux qu'ils possèdent sont-ils plutôt destinés à leur servir à la reptation qu'à la navigation.

Renfermés constamment dans une enceinte extrêmement limitée, formée par un test de cellulose plus ou moins résistants, ils sont réduits, pour se mouvoir dans ces étroites demeures, à se frayer de vive force un passage, et, comme l'a très-bien observé M. le professeur Giard dans son remarquable travail sur les *Synacidies* (1), ils sont forcés de se tracer des galeries à l'aide desquelles ils s'introduisent dans les viscères ; ils pénètrent dans les ovaires, et produisent des désordres tels que souvent ils occasionnent la mort de toute la colonie, et pourraient faire croire à l'existence d'une nouvelle espèce, alors que ces modifications ne sont que le résultat des perturbations qu'elles ont produites dans des individus déjà décrits.

Ce travail de fouissement, que je comparerai à celui de la Taupe grillon, de la Courtilière (*Gryllotalpa vulgaris*), a pour résultat de faire disparaître les cloaques communs et de les remplacer par de petites ouvertures très-rapprochées, dont il est facile de concevoir l'utilité pour ces Crustacés. Sans ces issues, en effet, les jeunes embryons ne pourraient sortir de cette enceinte ni se disséminer, et conséquemment contribuer à la dispersion de leur espèce, et les mâles, qui, si j'en juge par les Crustacés très-voisins de ceux-ci, que je connais, et qui sont extrêmement agiles et pourvus de tout ce qu'il faut pour nager avec facilité, seraient emprisonnés et réduits à un état de captivité qui est évidemment contraire au rôle qu'ils ont à remplir.

(1) Thèses présentées à la Faculté des sciences de Paris pour le doctorat des sciences naturelles. Coulommiers, 1872, p. 55 et 56.

Cette liberté, d'ailleurs, dont jouissent les mâles, explique facilement leur rareté, ou plutôt la difficulté qu'il y a de s'en procurer. Ils ne sont que rarement sédentaires. C'est nécessairement pour ce motif qu'on les rencontre moins que les femelles, qui sont condamnées à vivre toujours renfermées. Celles-ci sont d'ailleurs assez difficiles à apercevoir, à raison de leur extrême petitesse; et si ce n'étaient les œufs, qui sont généralement d'une couleur très-tranchante et qui dénotent leur présence, on ne les verrait souvent pas.

Les moyens de locomotion accordés à ces Crustacés pour surmonter les obstacles qui s'opposent à leur passage au milieu des viscères des Synacidiens se composent des pattes thoraciques, qui sont assez longues et grêles, et sont terminées, soit par une seule griffe crochue, comme dans le *Polyoone*, soit par plusieurs, comme dans le *Pachynesthe*. On remarque en outre, dans l'un et l'autre, les cupules placées à la base des pattes, desquelles elles émergent, qui, par leurs contractions et la facilité qu'elles ont de prendre plusieurs formes, peuvent s'appliquer comme des ventouses sur les surfaces et s'y fixer (1), ou, s'allongeant en pointe, servir de moyen de propulsion (2).

Enfin, il n'est pas sans intérêt de fixer son attention sur la manière dont se termine l'extrémité abdominale chez ces deux Crustacés.

Chez l'un, le *Pachynesthe violet* (3), il présente un appendice armé de deux pointes divergentes, en forme de queue d'aronde, en dessous desquelles sont deux autres pointes dirigées perpendiculairement, combinaison qui me semble destinée à attirer ou repousser les objets, ainsi que cela a lieu au moyen de la *gaffe* employée par les marins dans le même but.

Le *Polyoone* a également l'extrémité de l'abdomen armée de deux griffes qui, au lieu d'être plates, sont arrondies, courtes, crochues, et terminées par une pointe aiguë.

Elles peuvent aussi se relever, et alors servir à la propulsion,

(1) Fig. 7 et 8.
(2) Fig. 17 et 18.
(3) Fig. 1, 2, 3, 10 et 11.

ou s'abaisser, et en se rapprochant, saisir les objets de manière à les attirer et à fournir un point d'appui pour un mouvement rétrograde (1).

Relativement à l'alimentation de ces animaux, je suis nécessairement réduit aux conjectures ; mais il ne me paraît pas possible qu'ils ne vivent pas aux dépens de leurs hôtes, soit de leur substance, de leurs sécrétions ou de leurs œufs.

Par ce qu'elle enseigne sur son usage, la forme de la bouche (2), qui fournit généralement des indications précieuses à cet égard, n'en donne pas ici de précises, attendu qu'elle peut servir aussi bien à la succion qu'à la mastication ; il y a donc lieu de présumer qu'elle est employée dans les deux cas. Il paraît d'ailleurs évident qu'il y a nécessité qu'il en soit ainsi, car sans cela les Crustacés, qui sont dans l'impossibilité d'aller chercher leur nourriture au dehors, périraient infailliblement s'ils ne trouvaient pas à leur portée tout ce qui leur est nécessaire.

SYSTÉMATISATION.

Les deux Crustacés que je viens de décrire se rattachent évidemment, par leurs formes ainsi que par leur manière de vivre, à ceux que j'ai décrits précédemment, et que j'ai, comme ceux-ci, trouvés dans l'intérieur des Synacidies ; il me reste donc à faire valoir les caractères qui les en rapprochent ou qui les en éloignent, afin de pouvoir les placer dans la position qu'il convient de leur assigner.

Une difficulté, cependant, se présente : c'est celle qui résulte de la différence qui, d'après ce que j'ai déjà constaté dans des espèces semblables, doit exister entre le mâle et la femelle, et, dans ce cas, de savoir quel est le type qui doit prévaloir. Dans mon opinion, ce serait celui du mâle, car il n'est pas, comme les femelles, à raison de leurs fonctions génésiques, soumis à des déformations qui sont souvent si complètes,

(1) Il est particulièrement remarquable que la plupart des Crustacés parasites qui vivent dans l'intérieur des Ascidies offrent des dispositions semblables.

(2) Fig. 4.

qu'elles font disparaître entièrement les formes primitives en en substituant d'autres qui n'ont, avec les premiers, que de très-faibles ressemblances.

Je dois cependant dire que, chez ces Crustacés, l'altération dans les formes des femelles ne provient généralement pas, comme cela a lieu dans beaucoup d'espèces, de la présence des œufs dans les capacités thoraciques et abdominales qu'ils envahissent en entier. Chez celles-ci, ils sont presque toujours placés en dehors, dans des tubes ovifères (1) ; aussi n'est-ce pas à cette cause qu'il faut attribuer cette différence dans les formes, mais bien au genre de vie, qui n'est plus le même.

Les femelles, en effet, sont destinées à rester constamment captives dans le réduit qu'elles habitent ; elles n'ont alors besoin que de faibles moyens de progression pour y circuler, tandis que le mâle, ainsi que les embryons, dont le rôle est de disséminer leur espèce, ont au contraire des organes qui leur permettent d'accomplir leur mission. C'est donc pour ce motif, par suite de la vie errante qu'ils mènent, que les mâles, comme je l'ai déjà dit, sont plus difficiles à se procurer que les femelles. Mais, comme le mâle et la femelle doivent, dans tous les cas, être décrits, peu importe que l'on commence par l'un ou par l'autre, puisque, en définitive, ils doivent l'être tous deux.

Parmi les espèces déjà assez nombreuses que j'ai décrites précédemment, et qui ont toutes la même origine et les mêmes mœurs, il y en a bien, et ce serait très-étonnant qu'il en fût autrement, quelques-unes qui, vues de profil particulièrement, offrent avec nos nouveaux Crustacés une certaine ressemblance de forme : telles que le *Ptéropode rouge* (t. I, pl. 11, fig. 14 des *Annales des sciences*, 1864), ainsi que le *Platipode rouge* (même planche, n° 15, même volume et même année). Mais, en les comparant, on voit aussitôt que les pattes n'ont pas la même conformation, que l'extrémité de l'abdomen n'a pas la même désinence, et qu'enfin le corps est infiniment plus étroit.

(1) Fig. 12.

Les mêmes rapprochements peuvent être aussi faits en ce qui concerne le *Mychophile rose* (t. IV, 1865, des *Annales des sciences*, pl. 6, fig. 1), le *Narcode rose macrostème* (même planche et même volume, fig. 1 A), et les *Biocryptes rose* et *jaune* (même ouvrage, même volume et même planche, fig. 1 B et 1 C). Mais encore ici trouve-t-on des différences manifestes dans la forme des pattes, qui, dans les premiers, sont simples et n'ont pas la même conformation, ainsi que l'extrémité de l'abdomen, mais qui, dans les deux Crustacés que j'ai désignés sous le nom de *Biocryptes rose* et *jaune*, ont au contraire beaucoup de ressemblance quant à la forme des pattes, et cependant s'en distinguent visiblement par celle des antennes, qui, au lieu d'être courtes et arrondies, sont longues, plates, et surtout par le prolongement membraneux, cupuliforme qui termine le thorax et sert, en les abritant, à protéger à leur base les tubes ovifères. Ainsi il est évident que, malgré certains points de ressemblance, nos deux nouvelles espèces sont parfaitement distinctes de celles que nous avons décrites précédemment. Par ces motifs, je les classerai donc parmi elles, en tenant compte nécessairement des caractères particuliers qui les distinguent, et à cet effet j'aurai recours au tableau synoptique que j'avais adopté pour la classification des espèces que j'ai publiées précédemment (1) et auxquelles celles-ci se rapportent.

			GENRES.
Extrémité de l'abdomen terminée par :	A. des pointes aiguës		1. *Adranesius.*
			2. *Mychophile.*
			3. *Narcode.*
			4. *Polyoone* (*).
	B. des lames plates	divergentes	5. *Byocrypte.*
			6. *Hypnode.*
			7. *Pachynesthe* (*)
		convergentes	8. *Lygéphile.*
	C. un prolongement plat, épaté, à pointes réunies, mais divergentes		9. *Cryptopode.*

NOTA. — Les espèces indiquées par un astérisque (*) sont nouvelles.

(1) Voy. le tome IV, 5e série, 1865, des *Annales des sciences*, p. 254.

Tableau *synoptique dans lequel figurent deux nouvelles espèces de Crustacés parasites que j'ai ajoutées à celles que j'ai déjà découvertes dans les Synacidies.*

Pattes	Pattes : sous-division	Caractères	Genres.
simples	onguiculées et plates; antennes courtes et arrondies; appendices ovitecteurs...........	d'une seule pièce cupuliforme.......	*Andranesius.*
simples	onguiculées et plates; antennes courtes et arrondies; appendices ovitecteurs...........	nuls...............	*Mychophile.* *Narcode.* *Polyoone* (*). *Pachynesthe* (*)
simples	inermes et cylindriques..........	plates et longues; appendices ovitecteurs bilobés, plats et latéraux........	*Cryptopode.*
simples	antennes.........	nulles; appendices ovitecteurs entiers, dorsaux et cupuliformes......... ..	*Biocrypte.*
doubles; antennes longues et cylindriques; appendices ovitecteurs doubles, plats et latéraux......			*Hypnode.* *Lygéphile.*

Nota. — Les astérisques (*) indiquent les nouvelles espèces.

Voici la caractérisation des deux nouveaux genres :

1er genre. — PACHYNESTHE.

Mâle inconnu.

Femelle. — Tête petite, ovale, plus étroite à la partie supérieure qu'à sa base, pourvue, de chaque côté, d'une paire d'antennes doubles, courtes, cylindriques, dont les deux tiges, de longueur inégale, sont divergentes et partent d'un même pédoncule. Œil médian, petit. Corps cylindrique, allongé et tuméfié, déprimé au milieu, composé de cinq anneaux peu distincts qui vont en s'élargissant de la tête à l'extrémité inférieure du corps, et dont le plus grand, qui est le dernier, égale à peu près la longueur des autres. Bords inférieurs de celui-ci présentant de chaque côté une membrane mince, arrondie, plissée, formant une sorte de marge. Abdomen très-court, formé d'un seul anneau, arrondi, terminé par des appendices plats, pointus au bout et divergents, échancrés au milieu, en

queue d'aronde, munis en outre de deux pointes aiguës et légèrement recourbées. Bouche cylindrique, terminée par deux petites mâchoires et précédée de deux pattes longues et grêles, composées de deux articles terminés par une griffe. En dessous de la bouche, deux pattes larges et plates, et plus bas, de chaque côté du thorax, quatre paires de pattes, grêles et plates, terminées par plusieurs petites griffes : ces pattes émergeant d'une cupule placée à leur base et étant de plus protégées par un prolongement membraneux triangulaire qui en recouvre les trois quarts.

Œufs inconnus.

2e genre. — POLYOONE.

Mâle inconnu.

Femelle. — Tête petite, triangulaire, pourvue d'une paire d'antennes doubles, grosses, courtes et cylindriques, composées de deux tiges inégales et divergentes, formées de deux ou trois anneaux partant d'un même pédoncule. Œil petit et médian. Corps allongé, cylindrique, allant en s'élargissant de la tête à l'extrémité thoracique. Anneaux thoraciques au nombre de cinq, dont les quatre premiers sont d'égale grandeur, et le dernier presque aussi grand que les autres. Abdomen très-étroit et court, cylindrique, formé de trois anneaux et terminé par deux pointes aiguës. Bouche cylindrique, terminée par de petites mâchoires. Pattes, les deux premières longues et grêles, formées de trois articles, suivies des autres, larges, courtes et plates, et de quatre autres paires longues, grêles, terminées par une griffe pointue : ces pattes étant rétractiles, ou du moins émergeant d'une sorte de cupule placée à leur base. Tubes ovifères fusiformes, aussi longs que le corps et presque de sa grosseur.

EXPLICATION DE LA PLANCHE 5.

Fig. 1. *Pachynesthe* violet femelle, amplifié 70 fois, vu en dessus, montrant la quantité considérable d'œufs qui tuméfie les deux côtés du thorax, au milieu desquels se trouve une dépression longitudinale en forme de gouttière.

Fig. 2. Le même, vu en dessous, au même grossissement, chez lequel les bords latéraux sont plus écartés et laissent au milieu une dépression plus large qu'elle ne l'est en dessus.

Fig. 3. Le même, vu de profil.

Fig. 4. La tête du même, vue en dessous, fortement grossie.

Fig. 5. Ses antennes, très-amplifiées.

Fig. 6. Première patte, très-grossie.

Fig. 7 et 8. Deux pattes thoraciques très-amplifiées, vues l'une de face et l'autre de profil, montrant la cupule ou la cavité basilaire de laquelle elles émergent et la griffe qui les termine.

Fig. 9. Portion très-grossie du tissu cellulaire, montrant, à travers la peau, les divisions irrégulières produites par l'entassement des œufs.

Fig. 10 et 11. Extrémités très-grossies de l'abdomen du même, vues de face et de profil.

Fig. 12. *Polyoone* jaune femelle, vu en dessus, amplifié 70 fois.

Fig. 13. Le même, vu de profil et au même grossissement.

Fig. 14. Les antennes du même, très-grossies.

Fig. 15 et 16. Deux premières pattes, très-grossies.

Fig. 17 et 18. Deux pattes thoraciques, très-amplifiées, vues de profil et de face, montrant la cupule basilaire de laquelle sort la patte, qui est plate et terminée par plusieurs petites griffes pectinées, et qui est garnie, du côté intérieur, de petits poils rigides. On voit aussi au-dessus de ces pattes un appendice membraneux triangulaire, qui émerge de cette même cupule et qui couvre la base de ces pattes.

Fig. 19 et 20. Extrémité de l'abdomen, très-grossie, montrant les appendices qui le terminent, qui sont armés de griffes qui peuvent devenir préhensiles ou se relever en sens inverse.

Fig. 21. *Synacidie* globuleuse, de grandeur naturelle, dans laquelle j'ai rencontré ce Crustacé.

NOTE

SUR

UN NOUVEAU GENRE D'ORTHOPTÈRE FOSSILE DE LA FAMILLE DES PHASMIENS

PROVENANT DES TERRAINS SUPRA-HOUILLERS DE COMMENTRY (ALLIER)

(*PROTOPHASMA DUMASII*)

Par M. Charles BRONGNIART.

Nous ne possédons que de rares éléments relatifs à l'entomologie des terrains carbonifères. Les Articulés sont peu nombreux dans ces couches, et ce n'est qu'après des recherches longues et suivies que l'on peut réunir un ensemble d'échantillons assez considérable pour former le sujet d'un travail spécial.

M. Goldenberg nous a fait connaître la faune houillère de Saarbruck, et vient de publier tout récemment (1877) le second fascicule de son ouvrage intitulé : *Fauna Saræpontana fossilis*, où il décrit des ailes fort bien conservées, appartenant à des Névroptères et à des Orthoptères, dont l'un de ces Insectes (*Eugerion Beckingii*) présente encore une partie de son corps. En Amérique, M. Samuel H. Scudder étudie avec ardeur les Articulés des dépôts houillers des États-Unis. Enfin, M. Henry Woodward, du British Museum, a publié plusieurs travaux sur les Articulés fossiles, et entre autres, en 1876, une note fort intéressante relative à un Orthoptère assez complet provenant des terrains carbonifères d'Écosse (*Lithomantis carbonarius*).

Les insectes que l'on trouve dans les terrains houillers sont principalement des Orthoptères coureurs, tels que des Blattes, des sortes de Mantes, et des Névroptères tels que des *Termes* et des Émerobes. M. Goldenberg donne le nom de *Fulgorina* à certains Insectes, ce qui indiquerait la présence d'Hémiptères à l'époque houillère (1).

(1) Je possède des ailes d'Insectes presque semblables à celles que décrit et

Je puis ajouter un genre nouveau aux Orthoptères coureurs décrits jusqu'à ce jour. C'est à mon ami M. Grand'Eury que je le dois (1). Il provient des couches supra-houillères de Commentry (Allier). Je devais le décrire avec d'autres Articulés fossiles de Saint-Étienne, que ce savant paléontologiste m'a procurés, mais le parfait état d'intégrité de cet Insecte et l'intérêt de ses affinités zoologiques m'ont engagé à le faire connaître immédiatement.

Il est assez bien conservé pour qu'on puisse le voir sans le secours d'une loupe, tel qu'il est représenté, et l'on reconnaît tout de suite un Orthoptère voisin des Phasmes, dont il diffère cependant par certains caractères sur lesquels je reviendrai plus tard. C'est le premier individu de cette famille que l'on ait trouvé à l'état fossile. Il reste sur l'empreinte une matière brunâtre qui est plus foncée en certains endroits, et présente ainsi l'aspect d'un tégument (2).

Ce magnifique Orthoptère se montre de profil, couché sur le côté droit, et toutes les parties de son corps, sauf l'abdomen, sont conservées. On peut observer, même à l'œil nu, les pattes complètes, qui sont toutes dentelées en scie ; on en peut étudier la tête, un des yeux, les antennes et les palpes, enfin les élytres, dont l'un est encore très-net, et les grandes ailes (ou ailes de la seconde paire), toutes deux à peu près intactes.

Les Phasmiens ont été l'objet de travaux approfondis de MM. Audinet-Serville, Westwood et Gray. Ce dernier auteur divise les Spectres en deux grands groupes : les *Apterophas-*

figure M. Goldenberg, plus complètes, et montrant des réticulations qui n'ont aucun rapport avec celles des Hémiptères. Ce sont, à mon avis, des ailes de Névroptères qui ont sans doute appartenu à des Insectes voisins des *Chauliodes* de Westwood. — Voyez Westwood, *Oriental Entomology* (*Chauliodes subfasciatus*), p. 70, pl. 34, fig. 5.

(1) Ce fossile a été rencontré par M. l'ingénieur Fayol dans une argile compacte, micacée, des terrains supra-houillers de Commentry (Allier), au puits Forêts, à 5^{m},50 du toit de la grande couche.

(2) Un fait analogue a été constaté chez des végétaux. On a en effet rencontré dans le terrain houiller des empreintes de feuilles, et entre autres, de feuilles de Fougères, sur lesquelles l'épiderme subsistant encore, pouvait être détaché et étudié séparément.

mina, ou Phasmiens privés d'ailes, et les *Pterophasmina*, ou Phasmiens ailés.

Les Orthoptères renfermés dans la famille des Phasmiens ont des formes très-différentes. Les uns ont les antennes très-longues et très-fines (*Phasma*); d'autres les ont au contraire courtes et plus robustes (*Cyphocrana*).

Les uns ont le prothorax très-court (*Phasma*); chez d'autres, il est un peu plus long (*Prisopus*). Enfin, certains genres ont les pattes glabres et dépourvues d'épines (*Phasma*); d'autres au contraire les ont très-anguleuses et dentelées en scie (*Diura*, Gray, *Cyphocrana*).

Je n'ai pas à parler des autres genres, puisqu'ils n'ont aucun point de ressemblance avec notre fossile; je comparerai celui-ci aux groupes cités précédemment, avec lesquels il a quelques rapports.

Je dédie ce bel Orthoptère à mon oncle, M. J. B. Dumas, membre de l'Académie française, secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences.

PROTOPHASMA nov. gen. (1).

PROTOPHASMA DUMASII.

			Longueur.	Largeur.
Palpes			4 millim.	1/2
Antennes			21	2/3
Tête			9	6
Prothorax			12	6,50
Mésothorax			11	10
Métathorax			11	11
Abdomen			95 ?	8 à la base.
Pattes.	1re paire :	cuisse	16	3
		jambe	18	2
		tarses	10	1
	2e paire :	cuisse	16	3
		jambe	17	2
		tarses	8	1
	3e paire :	cuisse	22	4
		jambe	22	2,50
		tarses	10	1
Élytres			13	7
Ailes			85	32

(1) De πρῶτον, premier; φάσμα, spectre.

La tête du *Protophasma*, comme le reste du corps, est vue de profil et présente une forme ovalaire ; elle devait être plus longue que large. Nous ne pouvons voir qu'un des yeux ; il est un peu allongé et devait être saillant. Les antennes sont placées sur le milieu de la face antérieure de la tête. Elles sont courtes (21 millim.) : ce caractère éloigne le fossile des Phasmes proprement dits, et le rapproche du genre *Cyphocrana*. Le premier article est petit et globuleux ; le second est plus gros, allongé et s'élargit à sa partie supérieure. Je n'ai pu voir nettement tous les autres articles, mais les premiers que l'on peut observer à partir du second sont longs, grêles, et paraissent glabres. Les deux palpes sont bien conservés ; ils sont composés de quatre articles à peu près de la même longueur, mais le dernier est plus petit que les autres. On voit le labre supérieur et une mâchoire, mais on ne peut en observer que la forme sans se rendre compte des détails. La mâchoire gauche, qui seule est dégagée de la pierre, est large à sa partie inférieure.

Chez les Insectes de cette famille, le thorax, ou partie qui sépare la tête de l'abdomen, se divise en trois portions, qui portent les noms de prothorax, mésothorax et métathorax, et sur chacune d'elles est insérée une paire de pattes. Chez les vivants, le prothorax est généralement court (*Phasma*), et en tout cas il dépasse rarement la longueur du mésothorax (*Prisopus*). Chez le *Protophasma*, cette section est plus longue que le mésothorax, ce qui le rapproche des *Prizopus ;* elle est cylindrique, et présente, près de la tête, une sorte de collerette. C'est la seule partie du thorax que l'on puisse voir nettement ; les autres sont moins bien conservées.

L'abdomen, comme nous l'avons dit précédemment, a été détruit, mais je peux approximativement en évaluer la longueur (1). En effet, pour que ces animaux puissent se tenir en

(1) Exemple :

Longueur totale en millimètres.	Longueur du thorax.	Longueur de l'abdomen.
10	3	7
20	6	13,50
15	4,50	10
16	5,50	11

équilibre, il faut que le poids de leur abdomen égale au moins le poids de leur tête et de leur thorax; cette proportion est constante chez les vivants. De plus, l'abdomen dépasse les ailes généralement de 1 ou 2 centimètres (1). Je m'appuie sur un grand nombre d'exemples. Ainsi un Phasmien, dont la longueur totale est de 16 centimètres, aura la partie antérieure du corps (tête, thorax) longue de 5 centim. 1/2, et l'abdomen long de 11 centim. On peut donc remarquer que l'abdomen a une longueur égale à deux fois celle de la tête et du thorax réunis.

Chez le fossile, cette partie (tête et thorax) mesure 4 centimètres 1/2, les ailes ont 8 centim. 1/2; donc, pour que l'Insecte fût en équilibre, l'abdomen devait avoir environ 10 centim. Je n'avance ce fait que sous toutes réserves; il faudrait la découverte d'un second échantillon de cet snsecte pour justifier cette opinion.

Quant aux pattes, elles sont parfaitement conservées. Les deux premières paires sont à peu près de même longueur, mais plus courtes que la troisième paire. Les six pattes sont anguleuses, dentelées en scie, et par cela ressemblent à celles des *Cyphocrana*, et diffèrent de celles des Phasmes, qui sont glabres. Les hanches, dans les trois paires, sont robustes et courtes. Aux deux premières paires, les cuisses sont à trois angles, sur lesquels sont de fines pointes dirigées en bas. Les jambes, également anguleuses et dentelées, sont rétrécies à la partie supérieure et présentent deux pointes à la partie inférieure.

Dans les trois paires de pattes, les tarses sont semblables. Ils se divisent en cinq articles, dont le premier est plus long que les autres; le dernier supporte les crochets, qui sont très-écartés l'un de l'autre et séparés par une petite languette arrondie. Cet article va en s'élargissant vers les crochets. Les trois articles intermédiaires sont d'égale longueur. La troisième paire de pattes est plus longue que les deux premières. La

(1) Sauf chez certaines espèces qui ont les ailes très-courtes.

cuisse, un peu renflée, est moins anguleuse que dans les deux autres paires, et présente, à l'arête du bord inférieur, sept dents aiguës. La jambe est anguleuse et bordée de fines denticulations, dont neuf sont plus grandes que les autres et régulièrement espacées.

Les élytres du fossile n'offrent aucun caractère particulier et sont de taille moyenne, mesurant un centimètre environ de longueur. On y remarque une nervure robuste qui s'étend longitudinalement sur la ligne médiane.

Les véritables ailes, ou de la seconde paire, sont bien distinctes, mais aucune des deux n'est complète ; heureusement ce qui manque à l'une se retrouve chez l'autre, de sorte que j'ai pu les reconstituer, ainsi qu'on peut le voir sur la planche annexée à ce mémoire (fig. 2).

Chez les Phasmiens actuels, les ailes sont pour ainsi dire divisées en deux parties : l'une, supérieure, soutenue par trois ou quatre nervures robustes qui vont aboutir à l'extrémité de l'aile, et entre lesquelles sont des réticulations qui ont la forme de polygones irréguliers ; l'autre partie, inférieure, parcourue par des nervures grêles et droites qui rayonnent autour du point d'attache de l'aile et qui sont reliées entre elles par de fines réticulations.

Les ailes du *Protophasma* sont différentes de celles des vivants. On n'y remarque pas de division aussi nette, et en tout cas la partie supérieure de l'aile qui, chez les premiers, occupe un espace moindre que la portion inférieure, est au contraire la plus grande. Cependant, pour faciliter la description des nervures, nous diviserons l'aile en deux parties, comme chez les vivants. La longueur totale est de 85 millim., et la largeur est de 32 millim. vers le milieu.

La nervure marginale supérieure est un peu courbe vers le milieu de l'aile (fig. 2, *a*).

La sous-marginale supérieure (*b*) est parallèle à la marginale (*a*), mais plus droite, et à l'endroit le plus large en est éloignée de 6 millim. L'externo-médiane (*c*) est à un millim. de la sous-marginale supérieure (*b*), et à l'extrémité de l'aile en

est écartée de 5 millim. La médiane (*d*) suit la même direction que la précédente, mais est plus courbe. Ici on remarque un rameau formé par la réunion des réticulations, et qui devient une véritable nervure, divisée en deux branches vers l'extrémité de l'aile.

L'interno-médiaire (*e*) est à un millimètre de la médiane (*d*), et à une distance de 13 millim. se dichotomise ; la branche supérieure, à 14 millim. du bord de l'aile, se divise aussi en deux réseaux. La seconde branche, qui part du tronc principal, à 21 millim. du bord de l'aile, se sépare en deux rameaux, dont le supérieur seul se dichotomise. La sous-marginale inférieure (*f*), qui est à 2 millim. de la précédente, se partage également en deux branches, dont la supérieure se subdivise en deux rameaux. La nervure anale (*g*) est très-courbe et se divise presque tout de suite en deux rameaux ; puis, à une distance de 7 millim. du point d'attache de l'aile, on observe quatorze nervures droites et fines, qui, généralement de deux en deux, se séparent en deux branches ; toutes ces nervures étant reliées par des réticulations droites et fines.

Les Phasmiens de l'époque actuelle ont le plus souvent les ailes couvertes de bandes colorées, soit en brun, soit en bleu, sur un fond plus clair. Il en était ainsi chez le *Protophasma*. On remarque en effet, à l'œil nu, des bandes plus foncées qui parcourent l'aile perpendiculairement aux nervures.

Sous le rapport de la nervation et de la coloration, l'espèce fossile se rapproche du *Phasma variegatum*, Stoll.

Les mœurs des Phasmes sont peu connues, mais nous savons cependant qu'ils sont herbivores, tandis que les Mantiens sont très-carnassiers. Ces Insectes se traînent lentement et comme avec peine sur les plantes, dans les arbrisseaux et les taillis, où ils se nourrissent des jeunes pousses des arbres résineux, et on les rencontre presque toujours isolés. On trouve, dans les terrains carbonifères, de nombreux arbres de la famille des Conifères, tels que les Sigillaires, les *Calamodendron*, les *Arthropitys*, les *Cordaïtes*, etc., tous arbres résineux qui devaient convenir comme nourriture aux Protophasmes.

Il est à remarquer que les Insectes qui vivaient à l'époque carbonifère diffèrent peu, en général, de ceux qui existent actuellement à la surface du globe. Mais ce n'est pas en France, ni même en Europe, qu'il faudrait chercher des Insectes voisins de ceux qui habitaient la terre à l'époque du dépôt de la houille; c'est dans les régions chaudes de l'Amérique, de l'Asie, de l'Afrique et de l'Australie, et l'Orthoptère dont nous venons de nous occuper vient encore ajouter un nouvel exemple à l'appui de cette assertion.

Tout ce que nous connaissons de la flore et de la faune houillère nous prouve que la terre, à cette époque, était couverte d'une nappe d'eau, sans doute de peu de profondeur, d'où émergeaient de nombreuses îles dans lesquelles s'étalait une végétation luxuriante. Là, dans l'eau, vivaient les *Palæocypris* et les *Palæoniscus;* au bord des eaux, sur les Sigillaires, etc., se tenaient les Spectres et les Mantes, dont on a découvert plusieurs espèces; à l'intérieur de ces îles, dans le terreau formé par les feuilles, les fruits et les tiges des végétaux, vivaient un grand nombre de Blattes.

Les connaissances que nous avons sur la période carbonifère, c'est-à-dire sur les végétaux et les animaux, concourent à nous prouver qu'il y avait à cette époque une température élevée, une grande chaleur et une lumière intense. La présence de ces Insectes vient aussi à l'appui de cette opinion, puisque tous les représentants actuels de ces différents groupes vivent en plein soleil dans les régions chaudes et humides du globe.

EXPLICATION DE LA PLANCHE 6.

Fig. 1. *Protophasma Dumasii*, Ch. Brongn.

a, tête; *b*, antennes; *c*, œil; *d*, palpes; *e*, prothorax; *f*, *f'*, *f''*, pattes de la première paire; *g*, *g'*, élytres; *h*, *h'*, *h''*, pattes de la seconde paire; *j*, *j'*, pattes de la troisième paire; *K*, abdomen reconstitué.

M, aile de la seconde paire, bord détruit reconstitué.

N, cette aile est repliée sur elle-même.

R, *R'*, ailes de la seconde paire.

Fig. 2. Aile de la seconde paire, reconstituée.

a, nervure marginale supérieure.
b, nervure sous-marginale supérieure.
c, nervure externo-médiaire.
d, nervure médiane.
e, nervure interno-médiaire.
f, nervure sous-marginale inférieure.
g, nervure anale.
h, nervure marginale inférieure.

Fig. 3. Portion de la figure précédente prise près du point d'attache de l'aile, grossie deux fois.

a, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, même signification que pour la figure 2.

Fig. 4. Élytre.

Fig. 5. Aile et élytre de *Diura Japetus*, Gray.

a, portion supérieure de l'aile à nervures droites ; *b*, portion inférieure de l'aile à nervures rayonnant autour du point d'attache de l'aile ; *c*, élytre.

Fig. 6. Tête du *Protophasma Dumasii*, grossie deux fois.

a, prothorax ; *b*, tête ; *c*, sillon qui sépare les antennes de l'œil ; *d*, *d'*, palpes ; *e*, labre ; *f*, œil ; *g*, mâchoire ; *h*, antennes.

Fig. 7. Tête de *Diura Japetus*, Gray.

a, tête ; *b*, œil ; *c*, antennes ; *d*, prothorax ; *e*, patte de la première paire.

Fig. 8. Moitié de la tête de *Diura Japetus*, grossie deux fois.

Fig. 9. Patte de la troisième paire du *Protophasma Dumasii*, grossie deux fois.

RECHERCHES ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES

POUR SERVIR

A L'HISTOIRE DE LA RESPIRATION CHEZ LES POISSONS

Par M. JOBERT.

Il y a quelques mois, j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie des sciences le résultat des recherches que j'avais entreprises sur le mode de respiration (1) et l'appareil respiratoire des *Callichthys asper*; je viens aujourd'hui lui apporter de nouvelles contributions à l'étude de la respiration chez les Poissons, et lui soumettre des observations qu'il m'a été donné de faire sur différents Poissons du bas Amazone, dont la manière de vivre offre une analogie complète avec celle du *Callichthys*.

Ce sont :

1° D'autres espèces de *Callichthys*;

2° Les *Doras*;

3° Les *Erythrinus* ou *Jejus*;

4° Les *Hypostomos* ou *Acarys*;

5° Le *Vastres Cuvieri*, *Sudis gigas*, le *Pirarucu* des habitants de l'Amazone.

Si, à l'époque de la baisse des eaux, l'observateur examine avec attention la surface d'un lac ou d'un de ces ruisseaux connus sous le nom d'*Iguaiapé*, il la verra couverte de bulles de gaz, bouillant pour ainsi dire de temps en temps, à des intervalles réguliers; presque toujours au même point, s'élèveront avec bruit d'énormes bulles bien connues des pêcheurs qui guettent silencieux, et le harpon à la main, le *bouillon du Pirarucu*.

Ces phénomènes sont produits par les divers Poissons que

(1) Voyez tome V, article n° 8.

j'ai énumérés plus haut, obligés de vivre dans une eau croupie dont la température s'élève à 39 et 41 degrés centigrades; ils viennent chercher à la surface de l'eau l'air nécessaire à l'entretien de la vie, expirant en même temps celui qu'ils avaient inspiré auparavant et qui est chargé d'acide carbonique. Si, la chaleur augmentant, l'eau vient à manquer, ils émigrent vers d'autres cours d'eau, rampant et s'aidant de leurs nageoires pectorales.

Des *Callichthys* je ne dirai rien de nouveau : c'est toujours l'intestin dans sa presque totalité qui, transformé en organe respiratoire, permet à ces Poissons de vivre ainsi hors de leur élément naturel; j'ai contesté sur les détails de structure dans ma précédente communication. Les *Hypostomos* ou *Acarys* ne possèdent pas un appareil aussi parfait que celui des *Callichthys;* ils n'expulsent pas l'air qui a servi à l'acte respiratoire par l'anus, mais ils le régurgitent, et c'est par l'ouverture buccale ou par les fentes operculaires qu'on le voit s'échapper.

Chez ces animaux, l'intestin mériterait, par sa structure, une description minutieuse. Il est d'une longueur qui mesure, non, comme l'a dit Valenciennes, huit fois la longueur du corps, mais vingt-deux, et même, chez certains individus, vingt-huit fois la longueur du corps, comme il m'a été donné de l'observer plusieurs fois. En ce moment, une portion très-courte, située immédiatement en arrière de la partie stomacale, doit appeler notre attention : elle est dénuée complétement de glandes de villosités; d'une minceur extrême, elle est facile à observer; son épithélium est formé d'une couche de cellules; immédiatement au-dessous, rampe un lacis de vaisseaux disposés en houppes semblables à celles que j'ai décrites dans ma précédente communication. Une injection de carmin ou de bleu soluble, poussée par le cœur, passe avec une grande facilité par les branchies et par l'aorte abdominale, va explorer la paroi intestinale, et s'aboucher, par des capillaires, avec d'autres vaisseaux de la même nature qui, à leur tour, se réunissent et emportent le sang vers le foie, et de là au sinus qui précède les oreillettes du cœur.

Ce fait offrirait peu d'importance; mais, comme chez les *Callichthys*, des vaisseaux d'une autre nature viennent se perdre dans cette partie de l'intestin et s'y résoudre en capillaires : ce sont des veines qui naissent des parois intestinales en divers points; elles ramènent en cette portion du tube intestinal une partie du sang désoxygéné, forment ces houppes dont j'ai donné la description, et s'anastomosent avec d'autres, qui sont chargées de constituer par leur réunion une grosse veine qui se rend au cœur en passant par le foie.

C'est en petit ce que nous avions rencontré chez le *Callichthys*. Chez celui-ci, l'intestin reçoit des branches des veines caves, de la veine porte rénale; la circulation se fait dans l'étendue presque totale de l'intestin.

L'appareil respiratoire emprunté à l'intestin joue un rôle notable dans la vie de l'animal, qui peut vivre jusqu'à vingt-quatre heures hors de l'eau avec facilité, tandis que l'Hypostome résiste moins et ne vit au maximum que cinq à sept heures, avec de minutieuses précautions. Pour expérimenter la force de résistance de ces animaux et le degré d'importance de la respiration branchiale, je me suis servi des poisons que les indigènes emploient pour enivrer le poisson. Plongés dans une eau empoisonnée à l'aide du Cunaby (*Ichthyothere Cunaby*, Martins) ou du lait d'Associe (*Hura crepitans*), les *Callichthys* résistent, ne meurent pas toujours; les Hypostomes ne durent guère, et les *Loricarias*, chez lesquels les dispositions que je décrivais plus haut sont au minimum de perfectionnement, meurent presque aussi vite que les autres Poissons.

J'ai voulu confirmer par des analyses de gaz, à l'aide de la potasse et l'acide pyrogallique, ce que la disposition anatomique indiquait : tuant rapidement des Hypostomes, ouvrant l'abdomen, je trouvais toujours la portion poststomacale gonflée de gaz; à l'aide de deux pinces placées au-dessous et au-dessus du renflement, je fermais les issues et pouvais recueillir le gaz. Le résultat, tout en étant variable au sujet des proportions de l'acide carbonique, a été constant au sujet de la présence de ce gaz. J'ai trouvé depuis $1\frac{1}{2}$ pour 100 à 2,80 sur douze

analyses; dans le mémoire détaillé que je publierai, j'insisterai sur ces analyses. Les *Doras* se placent, au point de vue de la respiration aérienne, près des Poissons que je viens de décrire; je n'insisterai pas ici sur les détails de structure. Le réseau intestinal sanguin est d'une extrême richesse, mais la partie essentiellement respiratoire apparaît moins que chez les *Callichthys* et les Hypostomes; l'intestin a des prolongements villiformes dans la partie qu'on trouve toujours gonflée de gaz. Il est vrai qu'il n'y existe aucune glande, et l'on y retrouve les mêmes houppes sanguines caractéristiques. Je n'ai fait aucune analyse des gaz intestinaux. Hors de l'eau, les *Doras* résistent plus longtemps que les Hypostomes. Au marché du Para, elles restent exposées au soleil plusieurs heures très-vivantes, et souvent elles ont été pêchées la veille à l'entrée de la nuit.

Il me reste à m'occuper maintenant de Poissons respirant par un autre procédé, à savoir : les Érythrins et le *Sudis gigas*. J'ai rencontré au Para trois espèces d'Érythrins : le *Trahira* (*Erythr. Trahira*, Spix), l'*E. brasiliensis*, Spix, ou *Jeju*, et l'*E. tæniatus*, Spix, ou *Aracapury*. Les noms vulgaires de ces deux dernières espèces ne sont pas mentionnés dans l'ouvrage de Spix. De ces trois Poissons, deux seulement vivent hors de l'eau. L'*E. Trahira* ne possède pas la faculté de respirer l'air en nature.

Placées en aquarium, les deux autres espèces viennent respirer avec beaucoup de régularité à la surface ; en même temps qu'ils ingurgitent une certaine quantité d'air, ils en expulsent par les fentes operculaires.

Si l'on ouvre l'abdomen, on ne trouve dans l'intestin aucune disposition spéciale; mais l'attention est attirée immédiatement vers la vessie natatoire, divisée du reste, comme on le sait déjà, en deux compartiments. Elle apparaît, dans la partie antérieure du compartiment postérieur, complétement rouge et gonflée de sang. La partie ainsi injectée est d'une structure spéciale aréolaire bien connue. M. le professeur Milne Edwards, dans son ouvrage, accorde à cette disposition peu d'impor-

tance, et il fait observer que le sang qui arrive à cet organe étant fourni par une branche de l'aorte abdominale, le rôle de la vessie natatoire, au point de vue de l'hématose, est fort douteux. Notons tout d'abord ce premier point que l'*Erythrinus Trahira*, qui possède une vessie natatoire complétement lisse, ne jouit aucunement de la propriété de vivre à l'air, et que les deux autres espèces au contraire résistent.

Si nous étudions la disposition des vaisseaux sanguins chez ces derniers, nous voyons que cette partie de la vessie natatoire aréolaire reçoit en effet du sang artériel de l'artère abdominale qui naît de l'aorte, mais qu'elle reçoit aussi des vaisseaux venant de l'intestin et même des parois abdominales, et que ces vaisseaux viennent dans cette portion aréolaire se résoudre en capillaires; et que de cette partie aréolaire part une grosse veine qui ne tarde pas à se bifurquer, et dont les branches viennent aboutir directement au sinus précordial, sans passer par le foie, lequel possède cependant une veine porte très-remarquable. Il existe donc dans la vessie natatoire de ces Érythrins une disposition analogue à ce que nous avons rencontré dans les intestins des Poissons que nous avons décrits; cette vessie pleine d'air se vide et se remplit à des intervalles réguliers, quand le Poisson est tranquille et bien portant. La preuve, c'est que si, avec précaution, on jette une ligature sur le conduit aérien, le Poisson fait des efforts inouïs pour respirer; il monte à la surface de l'eau, s'agite, n'expire plus, et ne tarde pas à mourir. La blessure qui est nécessaire à l'opération est de peu de gravité, et n'entraîne pas la mort si le conduit aérien n'est pas oblitéré. L'air expiré recueilli, analysé, est, de même que chez les *Callichthys*, chargé d'acide carbonique, et, chose constante, l'air recueilli dans le second compartiment présente toujours un minimum de 1,30 d'acide carbonique. Je l'ai trouvé, sur dix-sept analyses, variant de 1,30 à 2,40, et, je le répète, ces analyses sont approximatives et doivent, grâce au procédé employé, obligé que j'ai été d'opérer sur l'eau, me donner des chiffres inférieurs à ceux qui existent réellement.

Étant données :

1° La disposition de cette partie de la vessie natatoire des Érythrins ;

2° Sa structure interne ;

3° La disposition des vaisseaux sanguins dans l'intérieur de l'organe et leur origine ;

4° Les expériences et les analyses que j'ai faites, je n'hésite pas à considérer la vessie natatoire comme jouant, chez ces Poissons, le rôle d'un véritable poumon, et son importance, au point de vue de l'hématose, me paraît incontestable. Il ne nous reste plus qu'à rechercher maintenant l'explication du « bouillon » du *Pirarucu* (*Sudis gigas*), et nous serons arrivé à la fin de notre tâche.

Guidé par ces précédentes recherches, l'étude de l'appareil respiratoire aérien du *Pirarucu* me devenait plus facile. Les renseignements que j'avais reçus des pêcheurs m'avaient appris que ce Poisson est un des plus résistants ; aussi je ne fus pas étonné de rencontrer chez lui une disposition de la vessie natatoire plus parfaite que chez les Érythrins.

Chez le *Sudis*, la vessie natatoire est un long sac qui s'étend de l'œsophage à l'ouverture anale : elle ne possède pas ce long conduit grêle qui se rencontre chez les autres Poissons ; à peine un étranglement près de l'ouverture œsophagienne, et c'est tout. Le paquet intestinal repose sur la paroi abdominale de ce long sac aérien, et l'on voit naître des parois intestinales, à diverses hauteurs, des vaisseaux veineux qui rampent à la surface abdominale de la vessie, et arrivés à l'angle formé par cette paroi et les parties latérales du corps de l'animal, s'enfoncent dans la vessie et y disparaissent.

Ouvrons la vessie natatoire et examinons sa structure.

A part quelques détails histologiques dans lesquels je ne veux pas entrer ici, elle n'offre rien de bien remarquable dans sa paroi abdominale, si ce n'est une vascularisation très-riche. La partie supérieure, dans toute son étendue, n'a plus l'aspect d'une vessie natatoire : c'est un tissu rouge brun, spongieux, creusé d'aréoles, friable ; intimement accolé à la paroi dorsale

et aux parois latérales du corps, sa couleur rappelle celle du poumon des Oiseaux. La trame est constituée par des fibres conjonctives et élastiques et un lacis inextricable de vaisseaux capillaires.

C'est là que viennent se perdre les veines que nous avons vues partir de l'intestin; c'est là qu'elles se résolvent en capillaires, et que, en présence de l'air qui pénètre au plus profond de ces aréoles, se font l'exhalation de l'acide carbonique et l'absorption de l'oxygène. Nées d'un autre système de capillaires qui fait suite au premier, deux énormes veines placées de chaque côté de l'aorte reçoivent le sang régénéré et le ramènent au sinus précordial.

Il ne m'a pas été donné de faire des expériences directes sur le *Pirarucu* vivant. Les plus petits que j'aie pu posséder me sont arrivés morts et mesuraient encore plus d'un mètre.

Je poursuis du reste cette étude, et j'espère pouvoir avant peu envoyer à l'Académie des sciences de nouvelles contributions, soit à cet égard, soit relativement à d'autres Poissons; c'est pourquoi je me borne aujourd'hui à un simple exposé des faits observés.

REMARQUES

SUR

LE GENRE *MESITES*

ET SUR

LA PLACE QU'IL DOIT OCCUPER DANS LA SÉRIE ORNITHOLOGIQUE

Par M. ALPH. MILNE EDWARDS.

Le 9 avril 1838, Is. Geoffroy Saint-Hilaire fit connaître à l'Académie des sciences (1) un Oiseau envoyé de Madagascar par Bernier, officier de santé de la marine, et il insista sur les caractères particuliers qui distinguent cette espèce de tous les représentants de la même classe, et qui nécessitent l'établissement d'un nouveau genre auquel il donna le nom de *Mesites* pour rappeler ses rapports mixtes. L'année suivante, le savant professeur du Muséum publia sur le même sujet un mémoire plus étendu, et il fit représenter l'Oiseau dont l'étude l'occupait (2); malheureusement il n'avait comme guide dans ses recherches que les caractères extérieurs de cet animal, et il devait se contenter d'étudier les proportions générales, le plumage et la conformation du bec et des pattes. Pour donner une idée de ses hésitations quand il fallut fixer la place des *Mesites* dans la série ornithologique, je ne saurais mieux faire que de reproduire les conclusions de son mémoire. « En résumé, » dit-il, on peut dire que la Mésite variée, d'après l'ensemble

(1) Is. Geoffroy Saint-Hilaire, *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, séance du 9 avril 1837, p. 440, et *Annales des sciences naturelles*, 1838, t. IX, p. 189.

(2) *Notice sur trois nouveaux genres d'Oiseaux de Madagascar* (Philépitte, Oriolie et Mésite) (*Revue et Magasin de zoologie*, 1839, OISEAUX, pl. 5 et 6).

» de ses caractères génériques, et je puis même ajouter de ses » caractères spécifiques, se rapproche des Héliornes par sa tête, » des Pénélopes et des Catracas par son corps, notamment par » ses ailes, des Pigeons par ses pieds. Ces dernières analogies » sont évidemment celles auxquelles doit être attribué le plus » de valeur, au moins jusqu'à ce que l'étude du squelette per- » mette de prononcer à cet égard avec une entière certitude ; et » s'il est incontestable que le genre Mésite doit être considéré » comme le type d'une famille nouvelle, cette famille paraît » devoir se placer parmi les Gallinacés passéripèdes, près des » Colombidés. »

Quelques années après, M. O. P. Desmurs décrivit sous le nom de *Mesites unicolor* un autre Oiseau envoyé en 1838 de Madagascar par Goudot ; mais cet auteur ne chercha pas à fixer la place systématique du genre, et il se borna à donner d'abord, dans la *Revue zoologique* (1), les caractères de l'espèce qu'il croyait nouvelle, puis à la faire figurer dans son *Iconographie* (2).

Presque à la même époque, G. R. Gray, dans un travail d'ensemble publié sur les caractères génériques des Oiseaux (3), n'adopta pas complétement les opinions d'Is. Geoffroy Saint-Hilaire, et il rangea les Mésites dans la sous-famille des *Megapodidæ*, à la suite des *Leipoa*. C'est aussi à côté des Mégapodes que le prince Ch. Bonaparte place les Mésites, qu'il élève au rang de famille (4).

Ces auteurs, auxquels on doit ajouter Reichenbach (5) et Hartlaub (6), tout en modifiant légèrement les conclusions

(1) O. P. Desmurs, *Description de quelques espèces nouvelles d'Oiseaux* (*Revue zoologique*, 1845, p. 176).

(2) *Iconographie ornithologique*. Paris, 1845-1849, pl. 52.

(3) G. R. Gray, *The Genera of Birds, comprising their generic Characters*, etc., 1844-1849, t. III, p. 491, pl. 124, 3.

(4) Ch. Bonaparte, *Conspectus systematis Ornithologiæ*, 1854 (*Annales des sciences naturelles*, 4e sér., Zool., t. I, p. 145), et *Tableau parallélique de l'ordre des Gallinacés* (*Comptes rendus de l'Académie*, 1856, t. LXII, p. 876).

(5) Reichenbach, Tauben VI.

(6) Hartlaub, *Ornithologischen Beitrag zur Fauna Madagascar's*, 1861, p. 67.

auxquelles était arrivé Is. Geoffroy, n'étaient donc pas en désaccord profond avec lui.

A partir de cette époque, nous voyons les idées des ornithologistes se modifier au sujet des affinités zoologiques des Mésites, et ce revirement, qui n'est basé sur aucun fait nouveau, mais sur une appréciation différente des observations déjà anciennes, est dû en grande partie à l'influence qu'eut J. Verreaux sur les naturalistes qui s'occupèrent de cette question. J. Verreaux regardait les Mésites comme des Passereaux très-voisins des *Eupetes*, et s'il ne publia pas cette manière de voir, il en fit part aux ornithologistes avec lesquels il était en relation. Aussi remarquons-nous que dans le Catalogue des genres et des espèces d'Oiseaux du Musée britannique, G. R. Gray, revenant sur sa première opinion, forme pour les Mésites une section de la famille des *Eupetidæ* (1). C. Sundevall reconnaît l'exactitude de ce rapprochement, en faveur duquel il donne de nouveaux arguments (2); et Hartlaub, dans le dernier travail qu'il vient de publier sur les Oiseaux de Madagascar, remanie son premier mode de classification, et inscrit la famille des *Mesitidæ* à la suite de celle des *Motacillidæ*, dans la tribu des Dentirostres (3).

Les deux exemplaires de Mésites envoyés par Bernier et par Goudot, et appartenant au Muséum d'histoire naturelle de Paris, étaient les seuls représentants connus de ce type si singulier, et l'on commençait à désespérer d'en voir de nouveaux, quand en 1877 on reçut à Londres deux peaux de ces Oiseaux (4).

(1) G. R. Gray, *Handlist of genera and species of Birds*, in-8°, 1869, t. I, p. 267.

(2) Carl Sundevall, *Methodi naturalis Avium disponendarum tentamen*. Stockholm, 1872, p. 157.

Je cite naturellement le passage de cet auteur : « Plerumque cum Columbis » et Gallinis consociatum est hoc genus, quibuscum tamen ex nostra sententia » nihil communi habet. Melius a G. R. Gray, juxta Eupetem, cum quo similitu- » dinem multam præbet, insertum; sed, ut scutelliplantare ab eo differt. In » methodo supra exposita non male in familia Scytalopodum post Menuram » inseritur. Habitu partibusque præsertim Chamæzosam refert. »

(3) G. Hartlaub, *Die Vögel Madagascar's*, 1877, p. 125.

(4) Ces exemplaires font aujourd'hui partie de la collection de M. R. J. Balston;

Presque en même temps M. Soumagne, consul honoraire à Tamatave, envoyait à M. Grandidier deux Mésites conservés dans l'esprit-de-vin. Ce sont ces derniers exemplaires qui ont servi de base à l'étude que j'ai entreprise, et qui non-seulement ajoutent beaucoup de faits nouveaux à ce que l'on savait déjà, mais qui montrent que tous les auteurs s'étaient mépris sur la place que ce genre doit occuper parmi les Oiseaux. C'est là une nouvelle preuve du peu de valeur que l'on doit attacher en ornithologie aux particularités extérieures, et Is. Geoffroy se rendait bien compte de l'insuffisance des caractères qu'il prenait en considération lorsqu'il disait : « Ici même, et » surtout pour fixer la place de ce genre dans la série ornitho- » logique, l'ignorance où nous sommes des caractères ostéolo- » giques du sternum, de l'épaule, du bassin, est extrêmement » regrettable, et nous oblige de laisser dans notre travail des » lacunes importantes que l'étude du squelette pourra seule » permettre de remplir par la suite. »

Les Mésites ne sont pas des Passereaux, ce ne sont pas des Gallinacés ; ils doivent prendre place dans le groupe des Échassiers, où ils forment une famille bien caractérisée et voisine de celle des Râles et de celle des Hérons. L'étude que nous allons faire du squelette justifie complétement ces rapprochements zoologiques.

La cavité crânienne (1) n'est pas, à beaucoup près, aussi développée que chez les Passereaux ; elle est surtout beaucoup moins large en arrière des orbites, et la protubérance cérébelleuse est fortement marquée sur l'occipital. Les fosses temporales sont peu profondes et elles ne s'étendent pas en haut jusqu'auprès de la ligne médiane, comme cela a lieu dans le groupe des Ardéides. La face supérieure du crâne est fortement bombée, surtout dans le sens antéro-postérieur, tandis que chez ces derniers Oiseaux, ainsi que chez les *Eurypyga*, cette

ils proviennent de la côte sud-est de Madagascar, et avaient été envoyés par M. Th. Waters. (Voy. *Proceedings of the Zoological Society of London*, 1877, p. 292.)

(1) Voy. fig. 1 à 3.

partie est beaucoup plus aplatie. Les os lacrymaux sont petits, leur lame supérieure est arrondie en arrière et en dehors, leur branche descendante est très-celluleuse et se prolonge de manière à s'appuyer sur l'arcade jugale. Chez les Hérons, elle en reste très-éloignée; mais chez quelques Rallides, tels que les Jacanas, elle offre la disposition que je viens de signaler, bien qu'elle soit moins renflée. L'ouverture externe des narines est très-grande; elle se rétrécit en arrière et se termine par une pointe qui s'avance vers l'os frontal; elle se prolonge en avant jusqu'à une petite distance de la pointe du bec. On sait que cette disposition n'existe pas chez les Passereaux et les Gallinacés, où le bord antérieur de l'os nasal est concave et terminé par deux apophyses, dont l'une, interne, s'applique contre l'épine nasale de l'intermaxillaire pour clore en dedans la narine, et dont l'autre, externe, se joint à l'apophyse postérieure du maxillaire. M. Garrod a désigné sous le nom de *Holorhinaux*, tous les Oiseaux où les os du nez offrent ce mode de conformation; il a appelé *Schizorhinaux*, ceux qui ont, comme les Mésites, le bord postérieur des narines osseuses constitué par la bifurcation de deux baguettes osseuses dirigées en avant et interceptant un espace triangulaire. Les *Parra* et les *Metopidius* parmi les Rallides, les *Eurypyga* et tous les petits Échassiers de rivage que j'ai réunis sous le nom de Totanides, présentent ces caractères, auxquels il ne faudrait pas attacher une valeur exagérée, car leur existence ou leur absence dépend en majeure partie de la puissance plus ou moins grande que doit avoir le bec, et par conséquent ils varient souvent dans une même famille naturelle : les Spatules et les *Ibis*, par exemple, appartiennent au type *schizorhinal*, et les Tantales, qui leur ressemblent beaucoup, se rattachent au type *holorhinal*. Les mêmes différences séparent les Gangas des Gallinacés ou les Jacanas des Rallides. L'ethmoïde des Mésites fournit en dehors un prolongement ossifié et très-pneumatique qui s'appuie en arrière sur l'os lacrymal et complète en avant la clôture de l'orbite. Cette pièce n'est pas représentée chez les Ardéides ou chez l'*Eurypyga*, où aucune cloison ne sépare

l'orbite de la fosse nasale. Les Rallides sont au contraire pourvus d'un prolongement ethmoïdal généralement bien développé.

Les os ptérygoïdiens sont très-courts et très-lamelleux; ils ne s'articulent pas avec le basisphénoïde, comme dans le groupe des Totanides, mais se portent directement de l'os carré à l'extrémité postérieure des palatins. Ces derniers os sont étroits et ils se prolongent fort loin en arrière, après s'être unis l'un à l'autre sur la ligne médiane, au delà des narines postérieures; leur corps est creusé d'une gouttière assez profonde destinée à l'insertion des muscles. La voûte palatine est incomplète dans presque toute la longueur de la mandibule supérieure, comme chez les Rallides.

On compte quinze vertèbres cervicales, comme chez les Râles, tandis que chez les Passereaux et la plupart des Gallinacés elles sont moins nombreuses; elles sont plus fortes et plus courtes que chez tous les *Ardeidæ* et que chez l'*Eurypyga*. Les vertèbres dorsales sont petites; leurs apophyses épineuses sont très-courtes, et celles des troisième, quatrième, cinquième et sixième sont soudées. On compte sept paires de côtes. La première est très-petite et styliforme; la seconde est près de moitié plus grande, mais elle reste aussi flottante; les troisième, quatrième, cinquième et sixième s'articulent directement avec le sternum et portent des apophyses récurrentes très-petites. La septième se joint, par son extrémité, à la sixième côte sternale près de son articulation; elle est très-grêle et en partie soudée à la lame iliaque du bassin.

Le sternum (1) est très-remarquable, et il n'indique qu'une très-faible puissance alaire. Ses caractères sont tout à fait spéciaux, bien qu'ils rappellent un peu ceux des Rallides, d'une part, des Tinamous et de quelques Gallinacés, d'autre part. Les lames latérales sont extrêmement réduites et entamées de chaque côté par une échancrure profonde du bord postérieur. Les branches hyposternales qui limitent en dehors ces échancrures sont beaucoup plus courtes que la partie

(1) Voy. fig. 4 et 5.

moyenne du bouclier, et elles s'élargissent un peu à leur extrémité. Le brechet est peu saillant, et il s'abaisse en avant de telle sorte que son angle antérieur se trouve placé vers le milieu du sternum ; il se continue par une arête saillante avec l'apophyse épisternale, qui est très-forte, très-longue, carénée en dessous et se bifurque à son sommet pour fournir des points d'attache aux ligaments de l'épaule.

Les rainures coracoïdiennes sont remplacées par de véritables facettes étroites, mais fort saillantes et très-rapprochées de la ligne médiane. Les angles hyosternaux s'avancent sous forme d'apophyses lamelleuses qui limitent, en dehors, une échancrure profonde bordée en dedans par la saillie épisternale (1). Les bords latéraux sont très-concaves, et ils portent dans leur portion antérieure quatre facettes destinées à l'articulation des côtes ; les deux premières sont placées en avant des articulations coracoïdiennes. La table supérieure du sternum est criblée, sur la ligne médiane et près des angles hyosternaux, de larges et nombreux orifices pneumatiques.

La forme du brechet, la longueur des apophyses épisternales et hyosternales, et les deux grandes échancrures postérieures donnent à cette pièce osseuse une apparence très-particulière et qui ne se remarque chez aucun autre Oiseau. Chez les Rallides, le sternum est souvent fort étroit et très-échancré en arrière, mais la carène médiane est généralement grande, excepté dans le genre Ocydrome, et le bord antérieur de l'os est presque droit, la saillie épisternale étant ou peu accusée, comme chez les Jacanas, ou tout à fait nulle ; j'ajouterai que, dans ce groupe, les facettes costales sont situées beaucoup plus en arrière. La partie antérieure du sternum des Tinamous, et surtout des *Turnix*, rappelle beaucoup, par sa conformation, celle des Mésites : petitesse des facettes coracoïdiennes, développement des apophyses médiane et latérale, tous ces caractères s'y retrouvent, mais le brechet offre une forme tout à fait autre. Dans les types ornithologiques voisins, les différences

(1) Voy. fig. 4 et 5.

sont beaucoup plus accentuées, et, à cet égard, les *Eurypyga*, les *Ardeidæ*, les Gallinacés véritables et les Pigeons sont organisés d'après un type tout à fait différent.

Il n'y a aucune trace d'os furculaire ; un ligament se détache de la tête du coracoïdien et s'attache sur l'apophyse épisternale (1) ; il n'y a même pas, à sa partie supérieure, de stylet osseux comparable à celui qui existe chez certains Oiseaux de nuit, chez quelques Perroquets et chez quelques Colombes. Dans tous les autres groupes d'Oiseaux ordinaires, les clavicules furculaires peuvent être faibles, mais elles existent ; on les trouve même chez les Ocydromes, dont l'appareil alaire est tout à fait rudimentaire.

Les coracoïdiens sont très-grêles et comparativement fort allongés (2) ; leur facette sternale est étroite, aplatie et fort épaisse. L'omoplate est large et grande.

Les ailes sont extrêmement réduites, ainsi qu'on pouvait s'y attendre par l'examen du bouclier sternal. L'os du bras est assez gros et ses extrémités sont larges (3) ; la crête, destinée à l'insertion du muscle grand pectoral, est élevée, mais elle ne se prolonge pas sur la diaphyse. La tête articulaire est épaisse et ovalaire. La fosse sous-trochitérienne est peu profonde, et l'on y remarque un orifice pneumatique. A l'extrémité inférieure, l'épitrochlée se développe beaucoup, et il existe une très-petite saillie tuberculiforme au-dessus de l'épicondyle. Les os de l'avant-bras dépassent à peine l'humérus ; l'espace interosseux qui les sépare est rendu assez large par la courbure du cubitus, sur lequel se voient distinctement cinq saillies destinées à l'insertion des grandes plumes de l'aile (4).

La portion terminale du membre antérieur correspondant à la main est plus courte que l'avant-bras et même que le bras (5) ; la tête carpienne est grosse et large, mais la saillie

(1) Voy. fig. 4.
(2) Voy. fig. 4.
(3) Voy. fig. 6.
(4) Voy. fig. 7.
(5) Voy. fig. 8.

radiale ne s'avance que peu. L'intervalle compris entre les deux branches métacarpiennes est étroit, et il n'existe pas d'apophyse musculaire intermétacarpienne, comme chez les Passereaux et les Gallinacés; sous ce rapport, cette portion de l'aile ressemble à celle des Rallides à vol peu soutenu. Le petit doigt est large, aplati, mais très-court; les autres ne présentent rien de remarquable à noter.

Les caractères fournis par les os de l'aile des Mésites ne nous fournissent que des indications d'une valeur secondaire, et l'on devait s'y attendre, car généralement, quand un organe quelconque se réduit et cesse d'agir d'une manière active, ses caractères distinctifs tendent à s'effacer. Or, les ailes des Mésites ne sont certainement que de peu de secours à l'animal, et elles ne doivent pas lui permettre de s'élever dans les airs, mais seulement de voleter çà et là.

Autant le sternum était faible et étroit, autant le bassin est large (1). Le sacrum est à découvert, et la crête médiane résultant de la soudure des apophyses épineuses des vertèbres sépare deux profondes gouttières où sont logés les muscles des lombes. Ces gouttières ne sont pas recouvertes par le prolongement des lames iliaques, ainsi que cela a lieu chez les Gallinacés, les Rallides et les Ardéides; elles ressemblent davantage à celles de l'*Eurypyga*. Le bassin, fort étroit en avant, s'élargit graduellement. La portion précotyloïdienne est plus allongée que la portion située en arrière des cavités cotyloïdes, mais cette dernière est beaucoup plus large. L'écusson pelvien, au lieu d'être aplati, comme chez les Râles et les Hérons, est un peu bombé comme dans l'*Eurypyga*, mais on n'y observe pas les nombreux trous sacrés qui existent chez ce dernier. La crête sus-ischiatique, qui donne attache au muscle biceps crural, est très-saillante et s'avance au-dessus de la fosse ischiatique; après s'être dirigée d'abord en arrière, elle forme un angle rentrant presque droit et se porte en dedans, ce qui n'existe ni chez les Hérons, ni chez l'*Eurypyga*, mais se re-

(1) Voy. fig. 9 et 10.

marque dans les différents genres de la famille des Rallides. La fosse cotyloïde est pourvue, en avant, d'une petite apophyse ilio-pectinée qui existe chez ces derniers Oiseaux, mais manque chez les premiers. Le trou sciatique est très-petit et ovalaire. La tige pubienne est grêle et ne dépasse guère l'angle de l'ischion. Si l'on considère le bassin par sa face inférieure, on voit que les fosses rénales sont très-développées en longueur comme en largeur et nettement limitées en arrière par un rebord saillant, moins haut cependant que celui des Rallides, mais à peu près semblable à celui des Ardéides et des *Eurypyga*.

Les vertèbres caudales sont au nombre de six, en comptant l'osselet terminal, qui est grand, lamelleux et très-élevé.

Les os de la jambe sont robustes (1). Le fémur est courbé en bas et étroit dans son extrémité, mais élargi dans son articulation tibiale. Il existe en arrière une fosse poplitée assez profonde, et en avant une gorge intercondylienne très-resserrée. Le tibia est droit et rappelle, par sa forme, celui des Rallides. Le corps de l'os est beaucoup moins arqué que chez les *Fulica* et les *Porphyrio*, et il se rapproche plus de celui des Râles et des autres espèces marcheuses, mais il est facile de l'en distinguer par le faible développement du pont osseux qui bride le muscle extenseur commun des doigts, et par la hauteur moindre des condyles. Chez les Hérons, la gorge intercondylienne est plus ouverte. Les crêtes de l'extrémité supérieure du tibia des Mésites sont fort saillantes ; le péroné est grêle et se soude à cet os vers le tiers inférieur de celui-ci.

Le tarso-métatarsien est beaucoup plus court que le tibia (2) ; il est très-comprimé d'avant en arrière, comme celui des Hérons, et contrairement à ce qui existe chez les Passereaux, les Gallinacés et les Rallides, la face antérieure est déprimée vers le haut, où s'ouvrent deux pertuis assez larges ; l'empreinte d'insertion du muscle tibial antérieur est très-élevée. L'extrémité supérieure porte des facettes glénoïdales excavées et sépa-

(1) Voy. fig. 11 et 12.
(2) Voy. fig. 13, 14 et 15.

rées par une saillie assez forte. La partie postérieure de cette extrémité, que j'ai appelée le talon, est perforée, comme chez les Hérons, par deux gouttières tubulaires livrant passage aux tendons des fléchisseurs des doigts (1). Les trochlées digitales sont larges, insérées sur le même plan, et elles descendent à peu près au même niveau, tandis que chez les Gallinacés et tous les Rallides les latérales sont beaucoup plus relevées que les médianes (2). Le métatarsien de certains Hérons, les Bihoreaux, par exemple, rappelle beaucoup la disposition propre aux Mésites. Le métatarsien postérieur est gros, court, et il se prolonge autant que les autres poulies digitales.

Le pouce est grêle et allongé. Le doigt externe est plus court que celui du côté interne, qui est notablement dépassé par le médius.

Les muscles des Mésites ressemblent beaucoup, par leur disposition, à ceux des Rallides; nous en donnerons une description plus détaillée dans la partie ornithologique de l'ouvrage sur Madagascar; il est cependant utile de faire remarquer que certains muscles auxquels M. Garrod attache une grande importance au point de vue de la classification existent chez ces Oiseaux. Ce sont : 1° le fémoro-caudal, nommé par quelques auteurs fémoro-coccygien ou cruro-coccygien; 2° l'accessoire du fémoro-caudal; 3° le demi-tendineux; 4° le faisceau accessoire du demi-tendineux; 5° l'accessoire iliaque du fléchisseur perforé, désigné par Sundevall et par Garrod sous le nom d'*ambiens*, qui, partant de l'éminence ilio-pectinée, est logé en dedans de la cuisse, puis se porte en dehors, et, s'engageant dans un canal au-dessous de la rotule, va s'insérer sur le fléchisseur superficiel des doigts. Tous ces muscles existent chez les Râles, tandis que chez les *Ardeidæ* on ne retrouve ni l'*ambiens*, ni l'accessoire du fémoro-caudal. Il en est de même chez les Passereaux. Enfin, l'*Eurypyga* et le *Rhynochetus* possèdent tous ces muscles, à l'exception du fémoro-caudal. J'ajouterai que dans le genre Mésites il existe deux carotides,

(1) Voy. fig. 14.
(2) Voy. fig. 15.

comme chez les Ralles et la plupart des *Ardeidæ*, tandis que la carotide droite manque chez les Mégapodes et chez tous les vrais Passereaux.

Les Mésites sont remarquables par l'existence de cinq paires de plaques duveteuses cachées sous les plumes et occupant, sur la face dorsale du corps, la région scapulaire et la région iliaque, et sur la face ventrale les régions pectorale, costale et abdominale. L'attention des naturalistes avait déjà été appelée sur ces particularités par E. Edward Bartlett (1). Les Ardéides sont, de tous les Oiseaux, ceux où ces plaques duveteuses sont le plus développées et où leur disposition rappelle celles des Mésites, bien qu'elles soient moins nombreuses et situées un peu différemment.

Les viscères des deux Mésites que j'ai pu étudier avaient malheureusement été enlevés, de manière que je ne puis indiquer la disposition du gésier, des cæcums intestinaux, qui serait intéressante à connaître. Le contenu de l'estomac m'est donc inconnu, mais j'ai trouvé dans l'arrière-bouche une grosse fourmi qui nous fournit quelques indications sur le mode de nourriture du *Mesites*.

Les différences de coloration qui avaient paru suffisantes à M. Desmurs pour distinguer le *Mesites unicolor* du *Mesites variegatus* me paraissent dues au sexe. En effet, le Mésite femelle que nous possédons est exactement pareil à l'unicolore, et le mâle est semblable à l'exemplaire décrit par Is. Geoffroy sous le nom de *varié;* il est cependant plus jeune et plus uniformément roux, ce qui lui donne avec le précédent une ressemblance assez grande pour permettre de reconnaître qu'il ne doit pas en être distingué spécifiquement.

(1) *Proceedings of the Zoological Society of London*, 1877, p. 292.

EXPLICATION DES FIGURES.

PLANCHE ~~1.~~ 7

Fig. 1. Tête osseuse d'une Mésite femelle (*Mesites unicolor*, Desmurs), vue de profil et de grandeur naturelle, ainsi que les figures suivantes.

Fig. 2. La même, vue en dessus.

Fig. 3. La même, vue en dessous.

Fig. 4. Sternum vu par sa face inférieure

Fig. 5. Le même, vu de profil.

Fig. 6. Humérus vu en avant.

Fig. 7. Os de l'avant-bras.

Fig. 8. Os de la main.

Fig. 9. Bassin vu en dessus.

Fig. 10. Face inférieure du même os.

Fig. 11. Os de la jambe vus par leur face antérieure

Fig. 12. Extrémité inférieure du tibia vue de côté.

Fig. 13. Tarso-métatarsien vu par sa face antérieure.

Fig. 14. Extrémité supérieure du même os vue en dessus et grossie.

Fig. 15. Extrémité inférieure du même os vue en dessous et grossie.

EXPÉRIENCES

SUR LES

CONDITIONS DU DÉVELOPPEMENT DES LIGULES

Par M. DUCHAMP.

(Extrait.)

Dans une note présentée à l'Académie des sciences le 24 décembre 1877, l'auteur montra, par des expériences faites sur le Pigeon domestique, que le développement du *Ligula monogramma,* Crep., en Cestoïde complet, n'est pas subordonné à l'introduction de ce Ver dans l'organisme d'un animal d'espèce particulière, mais pouvait s'effectuer dans le tube digestif de tout Vertébré à sang chaud.

Continuant ses recherches relatives à l'influence de la température sur le développement des Ligules, M. Duchamp essaye d'abord d'élever ces animaux dans des milieux artificiels, tels que du bouillon de viande, etc., maintenu à une température d'environ 38 degrés; mais n'y étant pas parvenu, il introduisit dans la cavité péritonéale d'un Chien un certain nombre de Ligules extraites du corps de deux Tanches. L'opération ne détermina aucun symptôme de péritonite, et le Chien ayant été tué au bout de quatre jours, par l'autopsie on retrouva les Ligules vivantes, et l'on constata que non-seulement les organes reproducteurs de ces Vers avaient acquis tout leur développement, mais qu'ils étaient en pleine activité fonctionnelle; les testicules étaient gonflés par des cellules spermatiques, et les œufs, déjà formés, étaient entassés dans les matrices tubuleuses. Une des Ligules transplantée de la sorte de la Tanche sur le Chien avait été divisée en deux parties, et chaque fragment s'était développé comme l'avaient fait les individus entiers. M. Duchamp se propose de poursuivre ces expériences, et d'en présenter l'ensemble dans un mémoire qui paraîtra ultérieurement; mais il a voulu prendre date pour cette découverte, par la présentation d'une note adressée à l'Académie le 18 février dernier.

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

SUR LES

FONCTIONS DES CANAUX SEMI-CIRCULAIRES

ET SUR

LEUR ROLE DANS LA FORMATION DE LA NOTION DE L'ESPACE

Par M. E. De CYON.

CHAPITRE PREMIER

RECHERCHES ET THÉORIES ANTÉRIEURES.

§ 1er. — Travaux de Flourens.

On peut considérer comme une chose rare dans l'histoire des sciences qu'une grande découverte reste pendant longtemps une complète énigme, et qu'un jour la lumière se fasse subitement sur la signification de cette découverte et que toute sa portée apparaisse devant les savants. Ce cas s'est présenté cependant à propos des découvertes faites en 1828 par Flourens, sur les fonctions des canaux semi-circulaires, fonctious qui sont restées jusqu'ici un des points les plus obscurs de la physiologie.

Ce cas est d'autant plus intéressant au point de vue de l'histoire de la science, que les observations de Flourens ont été faites d'une manière bien autrement précise que beaucoup de celles qui ont dernièrement contribué à l'interprétation des fonctions de ces organes.

On ne s'en rend bien compte qu'en se rappelant qu'une découverte ne porte ses fruits que lorsqu'elle a été accompagnée ou suivie de travaux préparant l'esprit à la comprendre. Il faut que la science soit arrivée à un degré suffisant de développement, que certaines questions soient complétement élaborées,

pour que la lumière puisse se faire sur des phénomènes connus cependant depuis longtemps.

La première communication faite par Flourens sur les canaux semi-circulaires se trouve dans un mémoire lu à l'Académie des sciences le 11 août 1828. La description qu'il donne de ces observations est tellement claire et précise, qu'elle répond encore parfaitement aux faits tels que nous les connaissons à présent. L'ouvrage classique de Flourens, se trouvant dans les mains de tous les physiologistes, nous nous bornerons à reproduire la conclusion qu'il tire de ses expériences (*Recherches expérimentales*, *etc.*, Paris, 1842, p. 495).

« Voilà donc trouvée la chose des singuliers effets des canaux » semi-circulaires : D'une part, la section de chaque canal » produit un mouvement dont la direction est toujours la même » que celle du canal coupé.

» D'autre part, la direction des mouvements produits par la » section des fibres du cervelet et de l'encéphale est toujours » la même que celles des fibres coupées.

» Enfin, les filets nerveux du nerf des canaux semi-circulaires » ont leur origine dans ces fibres de l'encéphale, lesquelles » sont tour à tour transverses ou droites, antérieures ou posté- » rieures, et dont les effets sont opposés comme les direc- » tions. »

Et page 501 : « Enfin, dans les canaux semi-circulaires et » dans les fibres opposées de l'encéphale, résident les forces » modératrices des mouvements. »

Nous n'avons pas à rechercher si l'explication qui précède était suffisante au moment où elle a été émise, mais nous voulons en retenir seulement ce fait : que Flourens regardait les canaux semi-circulaires comme des organes périphériques qui interviennent directement dans la coordination des mouvements en les régularisant ou en les modérant.

§ 2. — Observations de Purkinje sur le vertige.

Presque en même temps qne Flourens publiait ses recherches, un autre éminent physiologiste, Purkinje, communiquait

une série d'observations sur le vertige, qui, quoique conçues dans un ordre d'idées tout à fait différent, ne présentent pas moins beaucoup de rapports avec les expériences précédentes sur les canaux semi-circulaires.

Ces rapports n'ont été indiqués que tout récemment par M. Mach. Quoique ce dernier observateur en ait considérablement exagéré l'importance comme pouvant servir de base pour l'explication des phénomènes observés par Flourens, nous devons néanmoins mentionner ici les conclusions de Purkinje sur l'origine du vertige. Nous verrons plus loin que ces conclusions sont pour la plupart très-exactes, et comme telles elles nous seront d'une grande utilité pour la discussion des phénomènes qui font l'objet principal de notre travail.

Les expériences qui ont servi d'objet d'étude à Purkinje rentrent dans la série d'observations qui sont familières à tous les hommes qui sont habitués à s'observer. Quelques mots suffiront donc pour en faire ressortir le caractère principal.

Quand nous tournons avec une certaine rapidité plusieurs fois sur nous-mêmes (c'est-à-dire quand, étant dans une position verticale, nous tournons autour de l'axe longitudinal de notre corps), tous les objets qui nous entourent nous apparaissent comme tournant dans un sens inverse au mouvement exécuté par nous-mêmes.

Ce mouvement apparent continue dans le même sens encore quelque temps après que nous nous sommes arrêtés. Pendant cette rotation apparente de ce qui nous entoure, les objets que nous touchons prennent part au mouvement.

On ne saurait mieux exprimer la sensation que nous éprouvons, qu'en disant que l'espace visible à nos yeux paraît tourner dans un autre espace. Cette sensation, connue dans la science sous le nom de vertige visuel et tactile, se prolonge d'autant plus que la rotation de notre corps a été plus longue.

Elle provoque un sentiment de malaise et d'incertitude sur la position de notre corps, qui nous force à changer d'attitude et à chercher des points d'appui.

Purkinje, aussi bien que Darwin (aîné), a constaté que

l'axe de cette rotation imaginaire de l'espace qui nous environne est déterminé par l'axe de la rotation réelle qu'a exécuté notre tête. En changeant la position de cette dernière, après avoir arrêté le mouvement du corps, nous observons que la position de l'axe du mouvement imaginaire est toujours la même, c'est-à-dire que quelle que soit la position de notre tête, cet axe passe toujours par elle.

Voici textuellement l'explication que Purkinje a donnée de ce phénomène :

« Pendant la rotation du corps autour de son axe longitu-
» dinal, le cerveau, en raison de sa consistance molle, doit
» avoir la tendance à rester un peu en arrière du mouvement de
» la boîte crânienne. C'est le même phénomène que nous obser-
» vons sur un liquide dont le vase est mis en rotation.

» Les parties du liquide conservent leur position dans l'espace
» extérieur jusqu'à ce que leur adhésion aux parois du vase les
» entraîne dans le mouvement de ce dernier. La cohésion du
» cerveau est trop forte pour que le même phénomène puisse s'y
» reproduire exactement ; mais, étant donnée sa masse molle et
» capable jusqu'à un certain point de déplacement intérieur, le
» cerveau partage par là certaines qualités des liquides ; il faut
» donc nécessairement admettre qu'étant donné un mouvement
» plus ou moins intense, ses parties doivent se déplacer et se
» détendre, sans cependant qu'il puisse y avoir une véritable
» rupture de leur continuité. Des distorsions pareilles doivent
» amener les mêmes troubles que les véritables lésions méca-
» niques et n'en différer qu'en degrés.

» D'après les résultats connus des expériences sur les ani-
» maux, j'attribuerais ces troubles surtout à l'altération du cer-
» velet et des pédoncules cérébraux ; l'étourdissement devrait
» être attribué aux lobes cérébraux. »

Dans un autre endroit de son remarquable travail, Purkinje revient à cette explication et y ajoute de nouveaux détails. Le vertige serait produit par le changement des sensations que les parties du cerveau éprouvent à l'état normal de leur contact mutuel ; ce contact changeant pendant le déplacement de ces

parties produit par la rotation du corps, ces sensations doivent nécessairement se modifier.

« Dans l'attitude et les mouvements habituels de notre corps, » l'influence de la pesanteur est ressentie dans chaque partie, et » cette sensation sert pour régulariser les mouvements et pour » compenser l'équilibre du corps. Or, quand la pesanteur » change de direction dans une partie quelconque de notre » corps, surtout dans sa plus noble partie, dans la tête, qui elle » profite de tous les instincts (1) du reste du corps, alors les » sensations éprouvées dans toutes les parties de notre corps » s'embrouillent, des mouvements inconscients se produisent, » qui servent à rétablir l'attitude normale de la tête et à en » arrêter le mouvement apparent. »

Le vertige tactile est aussi provoqué par le mouvement apparent produit par le vertige de la tête.

D'après Purkinje, ce sont donc les mouvements inconscients qu'exécutent les muscles de notre corps et de nos globes oculaires par tendance de fixation et pour contre-balancer la rotation apparente, qui provoquent les sensations du vertige.

En effet, comme nous jugeons sur le mouvement des objets d'après le déplacement de leurs images sur notre rétine ou d'après les contractions des muscles oculaires que nous faisons pour les fixer, il est évident que dans le cas de vertige les objets nous paraîtront être en mouvement.

La raison d'être du vertige est donc, d'après Purkinje, dans l'acte psychique par lequel nous attribuons l'effet des mouvements de nos yeux aux objets qui nous entourent.

L'interprétation des phénomènes observés par Flourens pendant ses opérations sur les canaux semi-circulaires et de ceux du vertige décrits par Purkinje forme l'objet principal de notre étude actuelle.

§ 3. — Expériences sur les canaux semi-circulaires de MM. Vulpian, Brown-Séquard et Schiff.

Nous devons brièvement exposer ici les recherches et explications qui ont suivi les travaux de Flourens.

1) Ce que nous appelons maintenant des sensations inconscientes.

Les troubles des mouvements produits par les lésions des canaux semi-circulaires ont été constatés par beaucoup d'auteurs. Mais si presque tous étaient d'accord avec Flourens sur les faits eux-mêmes, l'explication à leur donner a beaucoup varié. Ainsi, par exemple, M. Vulpian voit la cause de ces troubles dans « un vertige auditif qui retentit sur tout l'organisme ». L'observation de M. Brown-Séquard, que les lésions des nerfs auditifs produisent des troubles pareils, paraît à M. Vulpian une confirmation de cette manière de voir.

M. Brown-Séquard incline aussi vers l'interprétation de ces phénomènes par un vertige auditif, quoiqu'il n'admette pas que les canaux semi-circulaires soient directement engagés dans la production des mouvements désordonnés.

M. Schiff, de son côté, nie le fait observé par M. Brown-Séquard sur la production des troubles des mouvements après les lésions du nerf auditif.

L'interprétation des phénomènes découverts par Flourens a surtout commencé à varier depuis que les observateurs, ne se contentant plus d'une simple répétition des expériences de ce physiologiste, ont commencé à les modifier dans les directions les plus diverses.

§ 4. — Expériences de M. Loewenberg.

La série d'expériences sur les canaux semi-circulaires avec des modifications profondes des procédés opératoires a été ouverte par le travail de M. Loewenberg en 1869.

Depuis, un grand nombre des recherches exécutées par différents physiologistes ont remis l'étude des fonctions de ces canaux à l'ordre du jour de la science.

M. Loewenberg a exécuté un grand nombre d'expériences, surtout sur le canal horizontal et le vertical postérieur; ne se bornant pas aux simples lésions de ces canaux, il essayait de les exciter tantôt par la voie mécanique, tantôt par des excitants chimiques. Dans d'autres expériences, M. Loewenberg produisait en même temps que les lésions des canaux des lésions des

différentes parties du cerveau; il répétait les mêmes expériences pendant la narcose, etc.

Voici les principales conclusions de ce travail :

1° Les troubles de locomotion produits par la lésion des canaux sont dus à une excitation et non à une paralysie.

2° L'excitation des canaux produit les mouvements convulsifs par voie réflexe, sans aucune participation de la conscience.

3° La transmission de cette excitation réflexe se fait dans les couches optiques.

§ 5. — Recherches de M. Goltz.

Les recherches de M. Goltz ont paru un peu avant la publication du travail de M. Loewenberg. Moins variées au point de vue expérimental que celles de ce dernier, les recherches de M. Goltz ont eu la bonne fortune de fixer davantage l'attention des observateurs, grâce aux conclusions plus hardies et à une discussion plus habile et plus large des expériences. M. Goltz a été conduit à s'occuper des phénomènes étudiés par Flourens à la suite de ses expériences faites sur les grenouilles pour étudier les conditions nécessaires au maintien de leur équilibre.

Ses études sur ce dernier point l'ont convaincu que trois éléments sont nécessaires pour que les animaux puissent maintenir leur équilibre :

1° L'organe central coordinateur; 2° certaines fibres nerveuses centripètes avec leurs terminaisons périphériques, et 3° les nerfs moteurs avec leurs organes terminaux.

La lésion d'un de ces trois systèmes suffit pour troubler les mouvements combinés et pour rendre impossible le maintien de l'équilibre.

Les phénomènes de Flourens ne pouvaient évidemment trouver leur explication dans ces conclusions, les canaux semi-circulaires n'appartenant apparemment à aucun de ces éléments. M. Goltz voyait ainsi une contradiction apparente qui nécessitait avant tout une répétition de ces expériences.

Ajoutons pourtant que M. Goltz n'a que très-imparfaitement réussi à répéter les expériences de Flourens. Sa manière d'opérer consistait simplement dans la destruction à l'aide d'un trépan de la partie de l'os occipital qui recouvre les canaux, ainsi que des deux canaux horizontaux et verticaux postérieurs.

Cette opération était toujours accompagnée d'une « perte de sang considérable ». Peu des pigeons opérés survivaient à l'opération.

J'insiste sur cette méthode défectueuse d'opérer, parce qu'elle nous rend compte d'objections qui ont été depuis dirigées contre les expériences sur les canaux semi-circulaires par M. Böttcher. Suivant ce savant, tous les troubles de locomotion que M. Goltz et autres ont observés après les lésions de ces canaux n'étaient dus qu'aux lésions indirectes ou aux excitations du cervelet et des parties voisines.

Les conclusions de M. Goltz reposaient du reste en partie sur les expériences déjà exécutées par Flourens et d'autres expérimentateurs. La principale de ces conclusions est conforme à celle de Flourens. M. Goltz admet aussi que ces canaux sont nécessaires pour le maintien de l'équilibre du corps. Cette conclusion ne contient en réalité qu'une simple constatation du fait lui-même, que les pigeons perdent l'équilibre après la section des canaux semi-circulaires.

Mais M. Goltz a précisé davantage la manière dont ces canaux peuvent prendre part au maintien de l'équilibre du *corps*. D'après lui, les canaux ne servent à cet équilibre qu'indirectement, en ayant pour fonction directe de ne maintenir que l'équilibre de la *tête*.

Ils remplissent cette dernière fonction de la manière suivante : L'endolymphe qui se trouve dans les canaux exercerait une plus forte pression sur les parois des ampoules, quand dans les mouvements de la tête ces ampoules se trouvent situées plus bas. Cette pression exciterait les nerfs des ampoules, et les sensations produites par cette excitation serviraient à équilibrer la tête.

Les mouvements désordonnés du corps qui s'observent chez

les pigeons après les lésions de ces canaux devraient, d'après cette hypothèse, être regardés comme secondaires, c'est-à-dire comme étant provoqués indirectement par la perte de la faculté d'équilibrer la tête.

§ 6. — Premières recherches de l'auteur sur les canaux semi-circulaires.

Notre première communication sur les canaux semi-circulaires date de l'année 1873, et était basée sur les expériences que j'ai exécutées pendant l'hiver 1872, en collaboration avec un de mes élèves, le docteur Solucha.

Mais, bien avant cette communication, mes études m'ont portéà m'occuper de la question de l'équilibre de notre corps et de la coordination de nos mouvements. Déjà en 1864, dans ma *Monographie sur la chorée et sur ses rapports avec les maladies du cœur*, j'ai dû, à l'occasion de cette maladie, qui est le produit pathologique le plus caractéristique de la perte de la faculté de coordination, me prononcer sur les théories de la coordination en vogue chez les physiologistes et les médecins. Mais ce n'est qu'en 1865 et 1866, en préparant mon ouvrage sur l'ataxie locomotrice (*tabes dorsalis*), que j'ai pu instituer des expériences physiologiques sur les questions qui se rattachent à la coordination des mouvements.

Nous aurons encore l'occasion de revenir sur mes opinions à ce sujet; je me bornerai à mentionner ici que mes travaux physiologiques, ainsi que mes observations cliniques, m'ont amené à la conviction qu'il n'existe pas dans le système nerveux d'organe spécial destiné à coordonner tous les mouvements de notre corps.

Avant d'aborder l'expérimentation sur les canaux semi-circulaires, j'ai cru utile de déterminer l'influence qu'une position anormale de la tête peut exercer sur la régularité des mouvements.

En effet, les mouvements désordonnés de la tête étant le symptôme dominant d'une lésion des canaux, il était de première nécessité de décider si la perte de l'équilibre du corps n'était qu'une suite indirecte de ces mouvements. Cette néces-

sité me paraissait d'autant plus indiquée, que déjà les expériences de Longet sur les troubles des mouvements après la section de quelques muscles du cou parlaient très-hautement en faveur d'une influence de l'attitude de la tête sur l'équilibre de notre corps.

C'est donc par la répétition des expériences de mon regretté maître et ami que j'ai commencé mes expériences. Je me bornais à la section de quelques muscles de la nuque (les trois muscles droits postérieurs), cette section étant déjà suffisante pour provoquer les phénomènes décrits par Longet. En effet, aussitôt après cette section, on observe chez la plupart des chiens une impossibilité presque complète de se maintenir debout. Si on les oblige à marcher, ils chancellent à chaque pas, avancent leurs pieds avec beaucoup de précaution, en écartant les jambes comme s'ils voulaient tâter le sol sur lequel ils mettent les pieds.

Si on les oblige à courir, ils tombent fréquemment et ne réussissent à se relever qu'avec beaucoup de peine. Tous ces troubles persistent quelques jours, c'est-à-dire aussi longtemps que la tête manque de maintien et oscille dans toutes les directions.

Aussitôt que les lésions se cicatrisent et que la tête commence à reprendre sa position normale, tous ces troubles disparaissent peu à peu et la faculté d'équilibrer le corps reparaît.

Pour établir encore davantage que la perte de l'équilibre provient uniquement des oscillations de la tête, j'ai essayé de la fixer par un collier d'une construction spéciale : cette fixation est plus difficile à obtenir qu'on ne le croirait; mais, dans les cas où elle réussit, les troubles des mouvements disparaissent instantanément (1).

Dans le même ordre d'idées, je produisais chez les pigeons des attitudes anormales de la tête, en la fixant par quelques sutures à la peau, de manière que le bec fût tourné en l'air, tandis que l'occiput était dirigé en bas. Dans ce cas où aucune

(1) Il est nécessaire d'habituer le chien au port de ce collier quelques jours avant l'opération.

lésion des parties importantes n'a été produite, les pigeons se comportaient exactement comme après la section des canaux semi-circulaires : même difficulté de maintenir l'équilibre, mêmes mouvements de manége, mêmes culbutes dans l'un ou dans l'autre sens, mêmes efforts pour trouver dans la tête ou dans la queue un troisième point d'appui.

Aussitôt les sutures enlevées, la tête reprend la position normale, et tous les symptômes décrits s'évanouissent comme par enchantement.

Parmi les autres expériences exécutées dans la même direction, je veux attirer l'attention encore sur une dont toute l'importance sera mise en évidence dans le courant de ce travail.

Cherchant à expliquer la relation qui existe entre la position de la tête et l'équilibre du corps, je m'étais arrêté d'abord à la supposition que l'attitude de la tête ne joue ici de rôle qu'autant qu'avec les changements de cette position doivent aussi varier les notions que l'animal se forme sur la distribution des objets qui l'entourent et sur la position de son corps dans l'espace. Partant de cette proposition, je concluais que la production subite d'un strabisme devrait, dans les premiers moments, amener des troubles dans les mouvements, analogues à ceux qu'on observe en donnant à la tête des positions anormales.

L'expérience semblait en effet confirmer pleinement cette conclusion.

En fixant devant les yeux des pigeons des lunettes à verres prismatiques, je provoquais immédiatement les troubles de coordination : les mouvements des pigeons devenaient hésitants et sans assurance; ils n'osaient plus voler, trébuchaient en marchant, etc. Chez quelques-uns, j'ai même observé des oscillations de la tête et des culbutes.

La dépendance dans laquelle la faculté de l'équilibre du corps se trouve par rapport à la position normale de la tête une fois établie, nous avons commencé l'expérimentation sur les canaux semi-circulaires. Ces expériences ont été exécutées sur des grenouilles et des pigeons.

Nous avons pris les plus grands soins pour arriver à opérer par des procédés aussi nets et exacts que possible (1).

Si quelque part en physiologie les résultats à observer varient en grande partie avec la précision plus ou moins grande de l'expérimentation, c'est certes dans les expériences sur les canaux semi-circulaires.

Le voisinage du cervelet, l'exiguïté des parties soumises à l'opération, les anastomoses entre les vaisseaux qui entourent les canaux et ceux du cerveau, tout ceci exige de grandes précautions dans l'opération. L'expérimentateur doit surtout être maître absolu de ses mains et de ses yeux pour ne pas dépasser, dans les lésions et les excitations des canaux, les limites posées par le but de l'expérience.

Je donnerai ici un exposé des phénomènes observés. Quoiqu'ils soient dans les points principaux en concordance avec ceux décrits par Flourens, je crois leur reproduction nécessaire pour la discussion qui va suivre l'exposé des faits.

La section momentanée du canal membraneux horizontal provoque chez le pigeon un ou deux mouvements oscillatoires de la tête. Ces oscillations se font dans un plan horizontal et autour de l'axe vertical de la tête.

La première oscillation est toujours dirigée du côté opéré au côté opposé, comme si l'animal voulait se soustraire par ce mouvement à une sensation pénible ou douloureuse.

Ces oscillations ayant cessé, on sectionne de la même manière le canal correspondant de l'autre côté. Les oscillations reparaissent aussitôt avec une violence excessive et durent cette fois beaucoup plus longtemps. L'intensité va toujours en croissant jusqu'à ce que tout le corps de l'animal soit entraîné dans le mouvement.

Le pigeon perd l'équilibre, il tombe à chaque pas en avant, tourne autour de l'axe vertical de son corps, exécute des mouvements de manége, etc.

(1) Ces procédés opératoires sont décrits dans mon *Traité des méthodes physiologiques*, p. 542-547.

Il suffit de fixer le bec d'un pigeon se trouvant dans ces conditions, en l'appuyant par exemple sur un doigt, pour qu'immédiatement tous ces mouvements désordonnés cessent. Aussitôt que la tête est immobile, le pigeon se calme. Sans cet appui du dehors, l'animal fait de longs efforts pour rattraper l'équilibre et arrêter ses mouvements; il y réussit habituellement en s'appuyant sur la queue.

Ayant ainsi trois points d'appui, le pigeon peut rester longtemps tout à fait tranquille; mais la moindre secousse, souvent même l'abaissement de la tête sous son propre poids suffit pour rompre ce calme et provoquer de nouveau la série des mouvements irréguliers que nous venons de décrire : plus la secousse a été forte, moins il a été opposé d'obstacles à ces mouvements, plus ils deviennent violents et plus longue est leur durée.

Chez les pigeons qui ont subi ces mutilations, le vol est devenu sinon tout à fait impossible, au moins très-difficile; le moindre obstacle auquel ils se heurtent les fait tomber à terre comme une masse inerte.

Les premiers jours après l'opération ils éprouvent de grandes difficultés à prendre de la nourriture et doivent être nourris artificiellement. Ce n'est que peu à peu qu'ils arrivent à être suffisamment maîtres des mouvements de leur tête pour pouvoir se reposer sans assistance étrangère.

Huit ou dix jours après l'opération, le pigeon est le plus souvent complétement rétabli et, au premier coup d'œil, ne peut être distingué d'un pigeon normal. Ce n'est que quand on le fait voler, ou quand on l'effraye subitement, qu'on peut encore faire revenir quelques-uns des troubles décrits : le pigeon trébuche encore de temps en temps quand il cherche à s'échapper et court trop vite.

Mais ces symptômes eux-mêmes finissent par disparaître, et il ne reste de trace de l'opération qu'une certaine maladresse dans le vol.

Cette issue favorable ne s'observe que quand l'opération a été exécutée avec beaucoup de soin; quand toute perte de sang

pendant l'opération a été évitée, et surtout quand la section des deux canaux a été la seule lésion produite.

La série des phénomènes qui se déroulent chez les pigeons après la section des canaux verticaux postérieurs (1) est identique à celle que nous venons de décrire. La différence ne consiste que dans la direction des mouvements. Ainsi les mouvements de la tête se font *de bas en haut et de haut en bas, c'est-à-dire dans un plan vertical et autour d'un axe horizontal.* Le corps aussi, au lieu d'exécuter les mouvements de manége ou de tourner autour d'un axe vertical, comme après les lésions des canaux horizontaux, fait des culbutes autour de l'axe transversal de son corps, comme si tout le corps était entraîné par le mouvement violent de bas en haut de la tête.

Ainsi, tandis qu'après la section des canaux horizontaux les mouvements de la tête et du corps s'exécutent autour des axes qui sont parallèles à la direction du canal vertical postérieur resté intact, la section de ce dernier canal provoque des mouvements involontaires autour des axes parallèles à la direction du canal horizontal.

Il reste encore à ajouter qu'en général tous les mouvements exécutés après la section des deux canaux verticaux postérieurs ont un caractère de violence bien plus prononcé qu'après les lésions des canaux horizontaux.

La marche des perturbations après l'opération est la même que celle décrite plus haut : après huit à douze jours, ces perturbations disparaissent presque complétement en ne laissant qu'une certaine gêne dans les mouvements brusques et une presque impossibilité de voler.

L'issue de l'opération est rarement aussi favorable quand elle est accompagnée d'une perte de sang un peu considérable, ou quand les parties environnantes ont subi des lésions plus ou moins profondes. Quel que soit le canal lésé, on observe dans

(1) On désigne comme canal vertical *postérieur*, celui qui est dirigé de haut en bas et croise le canal horizontal, et canal vertical *supérieur*, celui qui est dirigé d'arrière en avant. Cette dernière dénomination devrait être remplacée par « canal *antérieur* » pour être applicable aux canaux des Mammifères.

ce cas, quelques jours après l'opération, les symptômes d'une forte irritation du cervelet : le pigeon est constamment agité; la moindre secousse produit chez lui de fortes convulsions musculaires. Souvent l'animal succombe après quelques jours, et l'autopsie permet de constater une forte hypérémie, quelquefois même une suppuration du cervelet. Dans les cas de guérison, le pigeon garde habituellement une attitude anormale de la tête, et les troubles des mouvements peuvent se produire encore longtemps après, presque avec le même caractère qu'aussitôt après l'opération.

Si l'on sectionne en même temps les deux canaux horizontaux et les deux verticaux postérieurs, les mouvements de la tête et du corps sont beaucoup plus violents.

Les mouvements de la tête ne se laissent décrire que très-difficilement. Ils se font tantôt de haut en bas et de bas en haut, tantôt de droite à gauche et de gauche à droite. Souvent on observe aussi un mouvement se faisant dans une direction qui est comme la résultante des deux directions que je viens de désigner. La tête se dirige, par exemple, de droite et d'en haut à gauche et en bas et puis dans le sens opposé; le pigeon décrit ainsi avec sa tête une courbe qui ressemble à un ∞ .

Si les pigeons survivent à cette opération, ils conservent pour toujours leur défaut de l'équilibre, ainsi que les autres troubles des mouvements.

Chez des pigeons ayant les deux canaux coupés de deux côtés, j'ai essayé de fixer, à l'aide d'un léger appareil, la tête dans l'attitude normale. Malheureusement je n'ai pas réussi à trouver une forme de collier qui, tout en fixant la tête, n'ait pas un peu gêné le pigeon dans ses mouvements.

Malgré cette difficulté, j'ai pu arrêter avec un collier de carton les mouvements d'un pigeon au moins pendant qu'il restait sur une surface molle ou inégale. Sur un plancher verni le maintien de l'équilibre lui était impossible, malgré la fixation de la tête.

N'ayant pas dans ce moment réussi à opérer avec la même précision sur le canal vertical supérieur, je me suis abstenu de

parler dans mon premier mémoire des troubles qui surviennent chez les pigeons après les lésions de ce canal. J'y reviendrai plus loin.

Pour pouvoir mieux me rendre compte du mécanisme des mouvements qu'on observe chez les pigeons après la lésion des canaux semi-circulaires, j'ai divisé ces mouvements en trois groupes.

Dans le premier, j'ai mis tous ceux qui dépendent d'une perte d'équilibre, comme l'impossibilité de se tenir debout, la flexion des jambes (*Einknickung der Beine*), la recherche d'un troisième point d'appui, l'écartement des jambes, etc.

Le second groupe comprend tous les mouvements involontaires de l'animal qui apparaissent immédiatement après l'opération, comme les mouvements oscillatoires de la tête, ceux de manége, les culbutes du corps entier, etc.

Nous avons attribué au troisième groupe les mouvements et les convulsions qui ne se présentent que quatre ou cinq jours après l'opération, et qui ne sont que la conséquence de l'inflammation ayant atteint le cervelet ou d'autres suites d'une expérience mal exécutée (1).

Nous avons déclaré pour deux raisons la perte de la faculté de maintenir le corps en équilibre comme la conséquence directe de la section des canaux : 1° cette perte se manifeste aussitôt après l'opération, quels que soient les canaux lésés ; 2° la nature des mouvements que nous avons rapportés au second groupe ne laisse pas de doute sur ce que les canaux semi-circulaires jouent un grand rôle dans l'orientation de notre corps dans l'espace. Ce second point exige un développement spécial.

La disposition anatomique des trois canaux semi-circulaires, dont les directions représentent exactement les coordonnées des trois dimensions de l'espace, indique déjà jusqu'à un certain point que ces canaux ont une certaine relation avec notre faculté de nous orienter dans l'espace. L'analyse détaillée des

(1) Nous citons ici presque textuellement notre premier mémoire, pour bien établir en quoi nous différions déjà alors des autres auteurs.

mouvements qui apparaissent après la section de chaque paire de canaux prête de nouveaux appuis à cette considération. En effet, la lésion des deux canaux horizontaux amène les mouvements de la tête et du corps entier dans un plan horizontal parallèle à la direction des canaux lésés.

Au contraire, la section de deux canaux verticaux postérieurs provoque des mouvements dans un plan vertical parallèle aux canaux sectionnés. Enfin, la section des deux paires de canaux produit des mouvements dont la direction est la résultante des deux directions que je viens de désigner.

L'explication suivante me paraissait le mieux rendre compte de la nature des relations entre les canaux semi-circulaires et nos notions sur les trois dimensions de l'espace.

Les fibres nerveuses des canaux membraneux ou de leurs ampoules reçoivent une série d'impressions qui servent à former des représentations tout à fait inconscientes sur la position de notre tête (et indirectement de notre corps) dans l'espace; de même que les sensations inconscientes des muscles oculaires nous instruisent sur la direction de nos axes visuels et, par là, sur la disposition des objets qui nous environnent.

La section d'un seul canal produisant des sensations anormales, il est donc inévitable que, par suite du trouble de ces sensations, nos notions sur la position de notre tête deviennent plus ou moins fausses.

Quelques mouvements de la tête suffisent d'ailleurs à l'animal pour qu'à l'aide des *sensations normales* qu'il reçoit du canal correspondant de l'autre côté, il corrige ses notions un instant troublées. C'est pour cette raison que les troubles causés par la section d'un seul canal disparaissent si vite après l'opération.

Le rétablissement de notions justes sur la position de notre corps, et par conséquent le rétablissement de l'équilibre, devient bien autrement pénible et laborieux quand, au lieu d'un canal, on sectionne *deux canaux correspondants*.

Dans ce cas, il se passe souvent des jours, et même des semaines, avant que l'animal, à l'aide des canaux restés intacts

et à l'aide des autres organes des sens, parvienne enfin à corriger les troubles apportés dans ses notions.

Comme mes autres expériences ont montré qu'une fausse position de la tête produite subitement suffisait déjà pour faire perdre aux animaux l'équilibre de tout le corps, je me suis cru autorisé à conclure de mes expériences sur les canaux, qu'ils n'agissent sur l'équilibre du corps qu'en nous communiquant des notions justes sur la position de notre tête dans l'espace.

Quant au second groupe de mouvements, dont il a été question plus haut, il me paraissait impossible d'expliquer leur provenance uniquement par une perte d'équilibre. Ces mouvements semblaient être de véritables convulsions produites par des excitations réflexes très-intenses.

Les oscillations violentes de la tête, les soubresauts et les culbutes exécutés par tout le corps devraient donc être attribués aux excitations des terminaisons nerveuses dans les ampoules ou dans les canaux, excitations ayant leur origine, ou dans l'opération elle-même, ou dans l'accès d'air et du sang, ou enfin dans les violentes secousses que subit le corps de l'animal pendant qu'il cherche à s'orienter sur la position de sa tête.

Mais cette explication laissait place à une objection fondamentale : elle ne rendait pas compte pourquoi la section d'un seul canal ou celle de deux canaux du même côté ne produisaient pas ces mouvements violents de la tête. C'est pour aller à l'encontre de cette objection que j'ai admis en outre que la section bilatérale des canaux produit un vertige auditif ; sur ce dernier point, je me rencontrais donc avec l'opinion émise par M. Vulpian et d'autres.

§ 7. — Les conclusions de mes premières recherches.

Voici en résumé les résultats de mon premier travail sur les canaux semi-circulaires, tels qu'ils ont été formulés dans mon mémoire publié en 1873 dans les *Archives* de M. Pflüger :

1° Pour conserver l'équilibre de notre corps, il nous est

indispensable d'avoir une notion juste sur la position de notre tête dans l'espace.

2° Les fonctions des canaux semi-circulaires consistent à nous communiquer, à l'aide de sensations inconscientes, la représentation juste de cette position. Chaque canal a une relation déterminée avec une des dimensions de l'espace.

3° Les troubles des mouvements qui apparaissent après la section des canaux semi-circulaires se divisent en trois groupes :

a. Troubles de l'équilibre comme suite immédiate de la section.

b. Mouvements involontaires provoqués par des excitations qui dépendent des sensations (auditives ?) anormales, etc.

c. Phénomènes consécutifs qui n'apparaissent que quelques jours après l'opération, à la suite de l'irritation du cervelet, etc.

§ 8. — Expériences sur les canaux semi-circulaires des grenouilles.

Mes expériences sur les canaux semi-circulaires des grenouilles, quoique n'ayant pas donné de nouveaux points de vue qui auraient permis de préciser ces conclusions, présentaient néanmoins un certain intérêt ; elles démontraient que chez ces animaux aussi les mouvements qu'on observe varient d'après le canal opéré, mais sont toujours caractérisés par les troubles de l'équilibre.

Quel que soit le canal opéré, la lésion, pourvu qu'elle soit faite de deux côtés, produit toujours une déviation de la tête. Cette déviation de la tête consiste dans une rotation autour de son axe longitudinal : un œil reste dirigé en haut, tandis que l'autre regarde en bas.

Les sauts exécutés par la grenouille deviennent, après la section des canaux horizontaux, très-maladroits. Après chaque saut, elle retombe un peu dans une direction latérale, et après quelques sauts décrit ainsi un cercle presque régulier. Souvent, au lieu de retomber à plat, elle tombe sur un côté et ne reprend que péniblement sa situation normale.

La natation se modifie d'une manière très-caractéristique : la grenouille, en nageant, soulève tantôt une moitié, tantôt l'autre moitié de son corps, en oscillant autour de son axe longitudinal.

La section de deux canaux verticaux qui correspondent aux verticaux postérieurs des oiseaux provoque des désordres plus considérables. La grenouille, en sautant, retombe sur place, souvent après avoir exécuté une demi-culbute dans l'air ; dans ce cas, elle retombe sur le dos ; elle nage habituellement dans un cercle.

La section des deux autres canaux verticaux rend tout déplacement combiné de la grenouille presque impossible ; ses sauts en l'air sont très-violents ; elle retombe souvent sur la tête ou exécute une culbute complète autour de la tête.

En retombant, elle roule souvent plusieurs fois autour de l'axe longitudinal du corps avant de reprendre son attitude sur les quatre pattes. Les grenouilles, avec ces deux canaux verticaux sectionnés, ont une tendance à rester debout en nageant : comme en même temps elles nagent en cercle, leurs mouvements ressemblent complétement à des mouvements de valse. Même en dehors de l'eau, elles gardent une position verticale, restant assises presque uniquement sur leurs pattes postérieures.

§ 9. — Objections de M. Böttcher.

Les premiers travaux sur les canaux semi-circulaires qui ont paru bientôt après le mien sont ceux de MM. Mach, Crum Brown et Breuer. Mais, avant de passer à l'examen de ces travaux, je dois encore mentionner une communication de M. le professeur Böttcher de Dorpat, qui pouvait rendre toute nouvelle recherche sur les canaux semi-circulaires inutile.

Se basant sur le défaut de précision dans les procédés opératoires de quelques physiologistes qui ont publié des recherches sur les phénomènes de Flourens, M. Böttcher considérait ces phénomènes comme étant la suite des lésions du cervelet ou des parties voisines du cerveau ; une section des canaux semi-circu-

laires qui n'était pas accompagnée de pareilles lésions secondaires devait, d'après lui, rester sans influence aucune sur les troubles des mouvements décrits par Flourens. Tout en admettant que des procédés opératoires, tels que les a employés par exemple M. Goltz, ne soient pas exempts du reproche de produire des lésions dans les parties avoisinantes, nous ne pouvons accepter les reproches de M. Böttcher, ni pour les expériences de Flourens, ni pour celles de MM. Vulpian, Loewenberg ou les miennes.

Les symptômes d'une affection du cervelet, qu'on observe de temps en temps sur les pigeons, n'apparaissent que plusieurs jours après l'opération et quand celle-ci a été mal exécutée, tandis que les phénomènes de Flourens suivent instantanément la lésion des canaux membraneux.

Les plus graves désordres peuvent être observés quand l'opération a été faite avec le plus grand soin, sans que l'autopsie la plus minutieuse puisse découvrir la moindre trace d'une lésion ou d'une irritation quelconque du cerveau ou du cervelet.

Il y a d'ailleurs une circonstance qui paraît avoir échappé à l'attention de M. Böttcher, et qui suffit complétement pour mettre à néant toutes ses objections.

Comme nous l'avons vu plus haut, les troubles des mouvements diffèrent considérablement entre eux, d'après le canal sur lequel l'opération a été faite. Ceci prouve que ce sont bien les canaux eux-mêmes qui produisent les désordres dans les mouvements. Il est évident, en effet, que s'ils ne dépendaient que d'une lésion du cervelet, ils auraient toujours le même caractère.

Outre cette objection que j'ai déjà produite contre M. Böttcher dans une annotation à la publication russe de mon travail (1), il en existe encore une autre qui ne laisse pas de doute sur la question en litige.

Quand, au lieu de sectionner deux canaux symétriques, on opère par exemple d'un côté sur un canal horizontal, de l'autre

(1) *Recueil des recherches physiol., etc.*, dans le laboratoire de l'auteur, à l'Académie de Saint-Pétersbourg, 1874.

sur un canal vertical, on n'observe aucun désordre dans les mouvements. Les lésions secondaires du cerveau ou du cervelet ne sont donc pour rien dans la production de ces désordres.

Même absence des phénomènes de Flourens quand on sectionne deux canaux du même côté. Outre les quelques oscillations de la tête qui suivent la section de chaque canal, aucun autre phénomène ne se produit.

§ 10. — Recherches de MM. Mach, Crum Brown et Breuer.

Passons aux travaux de MM. Mach, Crum Brown et Breuer. Le premier intérêt de ces travaux consiste en ce que ces trois auteurs ont en même temps, et tout à fait indépendamment l'un de l'autre, émis des hypothèses presque en tous points identiques sur les fonctions des canaux semi-circulaires.

Cette conformité des vues s'explique en partie parce que tous les trois ont basé leur théorie sur les considérations purement théoriques et sur les expériences que d'autres physiologistes ont instituées sur les phénomènes de Flourens. Néanmoins cette conformité donnait à leur théorie une grande apparence de vérité : ceci d'autant plus, que cette théorie semblait rendre compte de toutes les observations qui ont été faites sur les fonctions des canaux semi-circulaires.

Le plus important des trois travaux cités est incontestablement celui de l'éminent physicien de Prague, M. Mach.

Ses considérations théoriques sont développées avec une grande hauteur de vues et avec une compétence incontestable. Quoique M. Mach se soit également abstenu de l'expérimentation directe sur les canaux semi-circulaires, son ouvrage ne contient pas moins un grand nombre d'autres expériences pleines d'intérêt; ces expériences gardent toutes leur valeur, malgré leur peu d'application à la physiologie des canaux semi-circulaires, à laquelle M. Mach a essayé de les rattacher.

Nous pouvons d'autant plus nous borner à n'analyser que les vues de M. Mach, que les deux autres auteurs se sont depuis

rapprochés de ses vues sur presque tous les points par lesquels ils différaient au commencement.

La partie capitale de l'ouvrage de M. Mach consiste dans une étude expérimentale très-variée, faite sur le phénomène de Purkinje, dont nous avons parlé plus haut.

Dans les conclusions qu'il tire de ses expériences, M. Mach essaye de rattacher ce phénomène aux observations de Flourens sur les canaux semi-circulaires.

M. Mach commence par analyser les sensations que nous éprouvons pendant le mouvement de notre corps qui amène son déplacement total ; il cherche à démontrer que nous ne sommes capables de percevoir que les accélérations de ce mouvement et non le mouvement uniforme : c'est-à-dire que nos sensations sont produites non par la *vitesse* du mouvement, mais par les *variations de cette vitesse*.

En voyageant en chemin de fer, dit M. Mach, « nous ne sentons que les petites secousses qui produisent des accélérations ou des ralentissements dans le mouvement de notre corps, mais qui se contrebalancent, vu que la vitesse moyenne reste constante, que le train avance ou recule. Et en effet, les yeux fermés, nous pouvons facilement nous présenter les deux cas et passer sans effort (?) d'une représentation à l'autre. Ceci devient impossible quand le train commence à se mettre en mouvement, ou quand il est sur le point de s'arrêter, ou toutes les fois que l'accélération est différente du zéro et a une direction déterminée ».

A l'aide d'un appareil consistant dans un cadre muni d'un siége qui tous deux pouvaient être mis en rotation, le premier autour d'un axe vertical, le second autour d'un axe horizontal, M. Mach a institué sur lui-même une série d'expériences très-variées.

Ces expériences ont eu pour but principal d'étudier d'une manière plus exacte les sensations du vertige et celles du mouvement. La conclusion principale à laquelle il est arrivé est celle que « nous ne percevons que l'*accélération* angulaire et non la *vitesse* angulaire ».

D'autres expériences l'ont convaincu que les sensations produites par l'accélération angulaire durent plus longtemps que l'accélération elle-même, et que la position de la tête pendant ces mouvements a une influence prépondérante sur la nature de ces sensations, et sur la possibilité que nous avons d'en déterminer la direction.

Variant l'angle que formaient entre eux le siége sur lequel il se trouvait et le cadre dans lequel était fixé l'axe de rotation de ce siége, modifiant les conditions d'éclairage de la chambre dans laquelle se trouvait le cadre, c'est-à-dire la rendant tantôt obscure, tantôt éclairée, changeant la position de sa tête pendant la rotation, etc., M. Mach est arrivé, grâce à ses nombreuses recherches, à des résultats très-intéressants sur la physiologie du vertige. Il a pu, de cette manière, déterminer exactement la nature des sensations, des représentations mentales et des jugements le plus souvent faux que nous basons sur ces sensations anormales.

L'explication mentionnée plus haut, que Purkinje a donnée à l'origine de ces sensations du vertige, ne satisfait pas M. Mach. Il essaye par conséquent d'en trouver une autre.

Dans ce but, il passe en revue tous les organes qui pourraient être le siége de ces sensations. Il élimine ainsi les nerfs sensibles de la peau, des tissus conjonctifs, des os et des muscles. Ajoutons cependant que les raisons que M. Mach donne à cette élimination ne sont pas, pour la plupart, décisives. Cet éminent physicien se borne à citer les faits qui rendent invraisemblable la dépendance exclusive des sensations en question des nerfs que je viens de mentionner.

M. Mach passe ensuite à l'analyse des déplacements considérables que doit subir la masse sanguine pendant la rotation du corps, et trouve peu probable que les sensations de ces déplacements puissent nous permettre de définir le sens et la direction de cette rotation.

Cette dernière exclusion amène M. Mach à discuter plus au long les phénomènes visuels qu'on observe pendant la rotation de notre corps, et à rechercher si les déplacements des

globes oculaires ne suffiraient pas pour en rendre compte.

Nous avons rappelé plus haut que Purkinje attribuait une grande importance à ces déplacements : d'après lui, la tendance du globe oculaire à fixer les objets pendant la rotation de la tête a pour effet que les yeux ne suivent pas ce mouvement avec la même vitesse; ils s'attardent pour ainsi dire en route, et ne reprennent leur position normale dans l'orbite qu'un peu plus tard. Le vertige qui nous fait croire que les objets qui nous entourent continuent à tourner autour de nous consisterait, d'après cette théorie de Purkinje, dans un déplacement du champ visuel produit par le mouvement des globes oculaires et que nous attribuons d'une manière tout à fait inconsciente aux objets eux-mêmes; habitués que nous sommes de juger les changements de position des objets environnants par les sensations que provoque la contraction des muscles du globe oculaire, pendant qu'avec nos yeux nous suivons ces objets.

M. Mach (à tort, selon nous) trouve cette explication si simple de Purkinje insuffisante; il penche plutôt vers la modification que M. Breuer a apportée à cette explication. Ce ne serait plus l'inertie des globes oculaires et la tendance à fixer nos yeux qui seraient la cause du retard dans le mouvement des globes; ces mouvements auraient au contraire une origine réflexe et seraient provoqués par l'excitation des nerfs qui se distribuent dans les ampoules.

Ces mouvements, d'après Breuer, auraient un but compensateur (?) et seraient dirigés dans une direction opposée à celle de la rotation de la tête. Ce n'est que quand le mouvement de la tête sera arrêté que les globes oculaires reprendront leur position normale dans l'orbite.

Mais, comme pendant ce retour à la position normale les objets extérieurs passeront dans le champ visuel de la rétine dans le sens inverse de la rotation de l'œil, nous éprouverons la sensation que les objets tournent dans une direction opposée au mouvement de notre corps qui a produit le vertige.

Quelle que soit la valeur de cette modification apportée par

M. Breuer à la théorie du vertige donnée par Purkinje, elle aussi ne satisfait pas complétement M. Mach.

Certaines observations faites pendant ses expériences sur lui-même lui ont montré que le mouvement apparent des objets extérieurs se produit même quand la rétine reste immobile.

Je reviendrai encore plus tard sur ces observations, qui sont d'une importance capitale pour notre manière d'envisager les accès de vertige.

Pour le moment, bornons-nous à indiquer que les théories antérieures proposées pour expliquer le vertige sont impuissantes à rendre compte de toutes les observations expérimentales faites sur cet état.

M. Mach n'est pas non plus satisfait de la théorie de Purkinje qui admet que la cause principale du vertige cérébral se trouve dans les perturbations purement mécaniques que la rotation de notre corps produit dans le cerveau et dans le cervelet (voyez plus haut) ; il donne une théorie nouvelle de ces phénomènes.

« Supposons, dit-il, que nous ayons dans un corps *B* une » cavité garnie de terminaisons nerveuses, et que cette cavité » contienne un autre corps solide ou liquide *A* : grâce à sa » pesanteur, ce dernier corps exercera une pression plus forte » sur une partie des parois (de la cavité) que sur les autres ; par » là il déterminera la position du corps *B* relativement à la ver- « ticale. A chaque accélération que recevrait *B*, le corps *A* exer- » cera dans un sens opposé une contre-pression qui s'ajoutera » à l'accélération de la pesanteur ; par là l'endroit de la pres- » sion, ainsi que son intensité, changera dans la cavité. Enfin, » à chaque accélération angulaire communiquée à *B*, le corps *A* » cherchera à opposer une rotation dans un sens contraire. » Par les deux premières causes, *B* pourra obtenir connaissance » de sa position et de l'accélération progressive en ligne droite ; » la troisième lui indiquerait son accélération angulaire. Le » vestibule avec les canaux semi-circulaires serait cet » organe (*B*) dont nous venons de développer le schéma. Il est

» probable que, pour les deux premiers cas, existent des nerfs » spéciaux distincts de ceux qui servent au troisième. Quand » nous étudions les canaux semi-circulaires, ils nous paraissent » surtout bien désignés pour satisfaire à ce principe de la con- » servation des aires.

» Pendant chaque accélération angulaire autour d'un axe » vertical ou dans le plan d'un canal, son contenu doit exercer » une traction dans le sens inverse qui se communiquerait » aux nerfs des ampoules comme signe de cette accélération » angulaire. » (*Loc. cit.*, p. 103.)

D'après la loi des énergies spécifiques donnée par J. Müller, « les nerfs des ampoules ont l'énergie spécifique de répondre à » chaque excitation, quelle que soit sa nature, par une sensa- » tion de rotation....

» ....Les phénomènes de Flourens seront compris encore » plus facilement si, avec M. Loewenberg, nous admettons que » la section des canaux semi-circulaires produit de l'excita- » tion et non de la paralysie ! »

Nous arrêtons là nos citations. Tâchons de résumer les opinions de M. Mach.

I. Ce physicien regarde les phénomènes de Flourens et ceux de Purkinje comme étant produits par les mêmes causes.

II. Conformément à l'explication que j'ai donnée dans mon travail déjà cité, M. Mach aussi attribue une signification fonctionnelle à la disposition anatomique des trois canaux semi-circulaires, qui correspond aux coordonnées des trois dimensions de l'espace.

Mais M. Mach diffère de moi en ce qu'il admet que les nerfs distribués dans ces canaux puissent nous avertir des accélérations angulaires pendant la rotation de la tête.

III. M. Mach, d'accord avec M. Goltz, attribue au liquide contenu dans les canaux membraneux un rôle prépondérant dans leur fonctionnement. Il exprime d'une façon plus scientifique et plus conforme aux lois physiques l'idée de M. Goltz, sur la pression que ce liquide doit exercer sur les parois des ampoules pendant les mouvements de la tête. Conformément

au principe de la conservation des aires, ce liquide devrait exécuter un mouvement dans un sens opposé au mouvement du canal osseux. Ce mouvement du liquide, ou plutôt cette tendance de mouvement pendant chaque accélération angulaire des canaux, produit, d'après M. Mach, les sensations du mouvement qui provoquent le vertige (de Purkinje) et les phénomènes de Flourens.

Comme je l'ai déjà mentionné plus haut, MM. Breuer et Crum Brown donnent, sur les fonctions des canaux semi-circulaires, des théories complétement conformes à celle de M. Mach, quoique moins complètes et moins bien développées.

C'est surtout le travail de M. Mach qui m'a poussé à reprendre mes recherches sur les canaux semi-circulaires. Malgré la concordance des vues des trois auteurs dont chacun est arrivé aux mêmes conclusions d'une manière tout à fait indépendante, je dois avouer qu'au premier abord les théories de MM. Mach, Crum Brown et Breuer ne m'ont pas paru complétement satisfaisantes.

Ces théories sur les fonctions des canaux semi-circulaires avaient, à mes yeux, le défaut capital d'être construites sur les données observées par d'autres expérimentateurs et sans être basées sur des recherches propres à ces auteurs.

Outre cela, un grand nombre d'observations que j'ai eu l'occasion de faire pendant mes expériences sur ces canaux, et qui n'ont pas trouvé place dans ma première communication, parce que je ne les croyais pas susceptibles d'être formulées avec la précision nécessaire, me paraissaient déjà en contradiction avec ces théories.

Dans une question aussi délicate que celle des fonctions des canaux semi-circulaires et aussi riche en observations contradictoires, une théorie qui prétend expliquer tous les phénomènes sans laisser subsister le moindre point litigieux doit déjà, par cela même, inspirer un peu de méfiance.

Une reprise des recherches sur cette question ne me paraissait donc point inutile, et je me suis livré, sur ce point, à de nom-

breuses expériences dont les résultats seront exposés dans la suite de ce travail (1).

§ 11. — Résumé des différentes théories.

Mais, avant de passer à cet exposé, je crois utile de résumer ici les différentes opinions sur les fonctions des canaux semi-circulaires qui se sont manifestées dans les travaux dont il a été question plus haut.

Flourens. — Ces canaux sont des organes modérateurs de la coordination des mouvements qui, elle, est une fonction du cervelet.

M. Vulpian. — Les désordres des mouvements qui se manifestent après la section des canaux sont dus à un vertige auditif.

M. Loewenberg. — Ces désordres sont d'origine réflexe et sont provoqués par une excitation des terminaisons du nerf acoustique.

M. Goltz. — Ces canaux sont les organes de l'équilibre et de la coordination des mouvements ; leur fonctionnement est provoqué par le changement de pression de l'endolymphe sur les ampoules pendant les mouvements de la tête.

M. E. de Cyon. — Les fonctions des canaux semi-circulaires consistent à nous donner une série de sensations inconscientes sur la situation de notre tête dans l'espace ; chaque canal a un rapport strictement déterminé à l'une des dimensions de l'espace. La perte de l'équilibre et les autres troubles des mouvements ne sont que la suite des perturbations apportées à ces sensations par la section des canaux.

(1) J'avais d'abord chargé un de mes élèves, le docteur Bornhardt, de reprendre ce travail dans mon ancien laboratoire de physiologie à l'Académie de médecine de Saint-Pétersbourg, mais je l'ai bientôt repris moi-même et continué depuis dans les laboratoires de M. Ludwig à Leipzig, Claude Bernard à Paris, et dans mon laboratoire privé à Paris. M. Bornhardt a continué les recherches que je lui ai conseillées et les a publiées après mon départ de Saint-Pétersbourg ; le mérite ainsi que la responsabilité du travail qu'il a publié lui appartiennent donc en entier.

MM. Mach, Crum Brown et Breuer. — Les canaux semi-circulaires sont les organes des sensations de l'accélération du mouvement ou les organes du sens de rotation ; ces sensations sont provoquées par la tendance de l'endolymphe à exécuter un mouvement dans le sens opposé au mouvement du canal membraneux pendant la rotation de la tête : le vertige de Purkinje repose sur ces excitations des canaux semi-circulaires (1).

Dans son second mémoire M. Breuer, en citant textuellement mes opinions exprimées ci-dessus, trouve qu'elles diffèrent peu de celles de M. Goltz. Afin de faire ressortir avec toute la clarté nécessaire le véritable sens des différentes théories et nullement dans un but de revendication personnelle, je dois protester contre cette assertion. Ne regardant pas mon travail comme complétement achevé, j'ai dû m'imposer dans mon premier mémoire une grande sobriété dans les conclusions. Mais, même formulées comme elles le sont, il est facile d'en comprendre la différence capitale avec les vues de M. Goltz.

Ce dernier physiologiste, qui n'a produit que des lésions profondes de quatre canaux à la fois, a été surtout frappé par les graves désordres des mouvements et de l'équilibre ; il a été amené par là à conclure que les canaux semi-circulaires ont pour fonction la coordination des mouvements et l'équilibre de notre corps.

MM. Breuer et Mach croient à tort que c'est M. Goltz qui est arrivé le premier à cette conclusion : Flourens l'a déjà formulée il y a cinquante ans, et, comme nous verrons plus tard, sa manière de comprendre l'intervention des canaux semi-circulaires dans la coordination des mouvements se rapproche plus de la vérité que celle de M. Goltz. Ce qui fait le principal mérite du mémoire de M. Goltz, c'est que, le premier, il a essayé

(1) Parmi les autres auteurs qui ont publié dernièrement des recherches sur les canaux semi-circulaires, il faut surtout citer MM. Curschmann, Barthold et Bornhardt. Tous les trois ont exécuté un grand nombre d'expériences très-laborieuses et souvent très-originales, mais ils se sont abstenus d'en tirer des conclusions assez précises pour que nous puissions les soumettre à une discussion.

de donner une explication scientifique du mécanisme par lequel ces canaux accomplissent leur fonction. L'hypothèse sur le rôle de l'endolymphe dans ce mécanisme, hypothèse qui a servi de base aux raisonnements de MM. Mach, Crum Brown et Breuer, fait la partie originale du mémoire de M. Goltz.

Tout autre a été ma manière d'envisager les fonctions des canaux semi-circulaires. Avant tout, je n'admettais pas (et je n'admets pas encore) l'existence d'organes distincts centraux ou périphériques ayant pour fonction exclusive la coordination des mouvements.

Déjà, dans mes monographies sur la chorée et l'ataxie locomotrice, je me suis prononcé de la manière la plus formelle contre la tendance de quelques physiologistes, et surtout des médecins, à vouloir absolument localiser la fonction de la coordination dans un organe spécial quelconque. J'ai résumé mes opinions sur la coordination des mouvements dans mon *Traité de physiologie*, publié en même temps (en 1873) que mon mémoire sur les canaux semi-circulaires. Là aussi, après avoir longuement discuté les différentes manières par lesquelles on peut produire chez les animaux les troubles dans la coordination des mouvements, j'insiste de nouveau sur l'inadmissibilité de localiser dans une partie quelconque de notre système nerveux la faculté de coordonner nos mouvements (*Traité de physiologie*, vol. II, p. 90-105). J'étais donc bien loin de conclure de la perte de coordination des mouvements, après la section des canaux semi-circulaires, que ces canaux sont des organes de coordination.

Dès que je suis arrivé à bien distinguer les différents caractères des mouvements qu'on observe après la lésion des différents canaux, mon attention a été surtout attirée sur la disposition anatomique des trois canaux qui correspond aux trois dimensions de l'espace, et sur les rapports qui peuvent exister entre cette disposition et nos notions sur ces dimensions. Dans ma communication, j'ai analysé d'après M. Helmholtz la manière dont se forme notre jugement sur les objets situés dans notre champ visuel, grâce aux sensations inconscientes des mus-

cles du globe oculaire ainsi que des muscles de la tête. C'est en me plaçant à ce point de vue, que j'ai discuté l'importance que nos connaissances sur la position de la tête dans l'espace peuvent avoir pour l'équilibre de notre corps. L'expérience mentionnée plus haut concernant la production d'un strabisme artificiel, et l'observation des troubles dans l'équilibre du corps qui s'en sont suivis, ont été conçues dans le même ordre d'idées. Ceci indique par conséquent clairement que même sur l'unique point sur lequel je me suis rencontré avec M. Goltz, à savoir sur le rôle de la position de la tête par rapport à l'équilibre du corps, nos vues étaient au fond bien différentes.

Quant à l'hypothèse de M. Goltz sur le rôle que joue le liquide contenu dans les canaux membraneux dans leur fonctionnement, je me suis abstenu dans mon mémoire de la discuter. J'ai pratiqué la même abstention même en publiant une année après une traduction russe de mon mémoire, quoique dans l'intervalle aient paru les recherches de MM. Mach, Crum Brown et Breuer, qui sont basées en plus grande partie sur cette hypothèse : tellement elle me paraissait en contradiction avec les résultats de l'expérimentation !

CHAPITRE II.

NOUVELLES RECHERCHES DE L'AUTEUR.

§ 12. — Expériences sur le rôle de l'endolymphe.

En passant maintenant à l'exposé de mes nouvelles recherches, je les communiquerai dans l'ordre des questions spéciales auxquelles elles se rattachent, et non pas dans l'ordre dans lequel elles ont été exécutées.

Nous commencerons par les expériences sur le rôle que le mouvement de l'endolymphe contenue dans les canaux membraneux peut jouer dans leur fonctionnement.

Les différents auteurs ne comprennent pas ce rôle de la même façon. M. Goltz suppose que les deux ampoules doivent

être tendues d'une manière plus ou moins forte, d'après la hauteur de la colonne du liquide qui pèse sur elles. Cette manière de voir n'est pas tout à fait exacte, vu que les canaux membraneux eux-mêmes sont plongés dans un liquide d'un poids spécifique, presque égal à celui de l'endolymphe qui les remplit. Dans ces conditions, les pressions sur les surfaces extérieure et intérieure des parois devraient se contre-balancer mutuellement.

M. Mach, tout en admettant la justesse de cette objection, déjà indiquée par M. Breuer, et tout en ne partageant pas l'opinion de M. Goltz, croit néanmoins que les parois des ampoules peuvent subir une pression plus intense dans la direction de la fenêtre ronde, si la périlymphe se meut dans le même sens. Il est pourtant évident que, même cette possibilité étant admise, on ne saurait en tirer aucune indication utile sur les fonctions des canaux semi-circulaires, vu que dans ce cas la pression s'exercerait *toujours dans la même direction*.

MM. Crum Brown et Breuer ont proposé une autre explication de la manière dont l'endolymphe intervient dans les fonctions de ces canaux. Malheureusement, leurs explications s'accordent encore moins avec des lois physiques bien établies. Ces auteurs supposent que le liquide contenu dans chaque canal semi-circulaire est mis en mouvement dans une direction opposée à celle du canal lui-même, pendant les mouvements de la tête. Cette supposition pourrait trouver une certaine application, s'il ne s'agissait pas de canaux d'un diamètre capillaire, dans lesquels tout mouvement du liquide serait détruit par la résistance des parois et le frottement des couches liquides entre elles. Cette dernière source de résistance devrait être d'autant plus considérable que nous avons affaire ici à un liquide très-visqueux. Cette impossibilité n'a pas échappé à la sagacité de M. Mach. Il a donc recours, pour expliquer l'action de l'endolymphe comme excitant les terminaisons nerveuses dans les ampoules, à une autre hypothèse : il admet que ces terminaisons ne sont excitées que par la pression momentanée que le liquide exerce sur les parois des

canaux dans une direction opposée au mouvement du canal. Mais l'hypothèse de M. Mach est aussi inadmissible au point de vue physiologique que celle de M. Breuer l'est au point de vue physique. Voici pourquoi :

La théorie des fonctions semi-circulaires proposée par ces auteurs exige une durée assez notable de la sensation produite par le mouvement du liquide. Cette durée pouvait à la rigueur s'expliquer par un véritable mouvement du liquide. Mais comment l'admettre, si l'excitation des terminaisons nerveuses n'était due qu'à une pression momentanée, se produisant seulement au début du mouvement du canal? Nos notions physiologiques sur le rapport de la durée de l'excitation avec celle de la sensation s'opposent à une pareille manière de voir. M. Mach essaye de tourner cette difficulté par plusieurs autres suppositions qui sont elles-mêmes très-peu admissibles, et, malgré tous ses efforts dans ce sens, la difficulté persiste tout entière.

Ainsi toutes les corrections apportées dans ce dernier temps à l'hypothèse de M. Goltz, sur le rôle de l'endolymphe, sont en contradiction, les unes avec les lois de l'hydrodynamique, les autres avec les lois psychophysiques. Nous aurions pu citer encore d'autres objections purement théoriques contre cette hypothèse, tirées en partie de la position des ampoules pendant les mouvements de la tête, en partie de quelques observations faites pendant l'expérimentation sur les canaux. Aussi tous ceux, parmi les auteurs, qui ont réellement fait un grand nombre d'expériences sur ces canaux, comme MM. Curschmann, Barthold, Bornhardt et d'autres, se sont toujours refusés à adopter l'hypothèse de M. Goltz.

J'ai néanmoins cru nécessaire de faire quelques expériences dans le but spécial de vérifier la valeur réelle de cette hypothèse. Vu l'impossibilité de varier directement la pression intérieure des canaux membraneux, sans risquer de léser leurs parois, j'ai dû me borner à modifier cette pression d'une manière indirecte. Il est évident que si le moindre changement de pression intérieure suffisait pour produire les phénomènes de

Flourens, nous devrions observer ces phénomènes chaque fois que nous augmentons ou diminuons la pression extérieure sur les parois des canaux. Chaque pression extérieure sur les parois des canaux membraneux doit déplacer à l'endroit correspondant une partie de l'endolymphe, et produire par conséquent cette « tendance au mouvement » de M. Mach, qui doit exciter les terminaisons nerveuses.

Le moyen le plus simple d'obtenir un pareil changement de pression consiste à ouvrir avec précaution les canaux osseux dans plusieurs endroits et sur un parcours assez grand; la périlymphe s'écoule alors très-facilement et est remplacée par de l'air.

On peut accélérer cet écoulement à l'aide d'une petite éponge ou d'un morceau de papier buvard. Il est évident qu'un pareil écoulement, qui ne se fait pas d'une manière uniforme, doit changer la pression intérieure dans les canaux membraneux, dont les parois sont si minces et si faciles à dilater. Eh bien, cette expérience répétée un nombre infini de fois m'a toujours donné le même résultat : aucun des phénomènes de Flourens ne se présente immédiatement après cet écoulement. Ce n'est que quelques jours après, quand les parties environnantes commencent à s'enflammer, et quand le sang ou le pus pénètre dans les canaux laissés ouverts, que quelques troubles dans la locomotion peuvent être observés. Mais il est facile de prévenir même ces accidents, en ayant soin de n'établir l'écoulement que par deux petites ouvertures du canal osseux qu'on ferme après avec un peu de colle.

Une autre expérience que j'ai instituée est encore plus concluante. Au lieu d'ouvrir les canaux osseux eux-mêmes, j'enlevais à l'aide d'une petite pince très-mince, avec beaucoup de précaution, la lamelle osseuse qui recouvre le vestibule dans l'angle extérieur et inférieur formé par le croisement du canal horizontal avec le vertical postérieur; après quoi j'ouvrais avec une épingle l'utricule ou le saccule. La périlymphe ainsi que l'endolymphe s'écoulent alors abondamment, et si après on pratique un petit trou dans le canal osseux, il est facile de constater le

resserrement et l'aplatissement du canal membraneux. Dans ce cas, le système des canaux membraneux, dont la pression intérieure a beaucoup diminué, se rétrécit d'une manière relativement assez considérable. Si les hypothèses de MM. Goltz et Mach étaient fondées, les phénomènes de Flourens devraient se produire dans cette expérience avec une violence excessive : pourtant aucun de ces phénomènes ne s'est manifesté.

Dans d'autres expériences, je laissais la périlymphe s'échapper par quelques ouvertures dans le canal osseux et je la remplaçais par un liquide qui durcit en refroidissant. J'ai choisi pour ces injections une solution tiède de gélatine. La difficulté de faire des injections par une ouverture dans un canal osseux est assez grande; le liquide s'écoule entre le bout de la seringue à injections et les bords de l'ouverture, et ne pénètre qu'en partie dans l'intérieur du canal. De l'autre côté, il fallait renoncer à l'emploi de solutions trop chauffées, vu la grande sensibilité des canaux membraneux pour les températures élevées; cette circonstance force souvent d'interrompre l'injection à cause de la solidification de la gélatine refroidie.

Malgré ces difficultés, j'ai réussi à pratiquer dans plusieurs expériences des injections assez complètes pour envelopper les canaux membraneux d'un moule inflexible. *Cette immobilisation des canaux ne produisait par elle-même aucun des phénomènes de Flourens*. Par contre, il suffisait de piquer le canal membraneux pour provoquer le mouvement caractéristique de la tête. La section des canaux membraneux rendus immobiles faisait apparaître tous les troubles de l'équilibre et de la locomotion que nous avons décrits plus haut.

Il est pourtant inadmissible que dans ces conditions il puisse se produire un changement quelconque de la pression intérieure dans les canaux membraneux; car toute variation de pression est impossible sans une dilatation quelconque des parois du canal; or, la gaîne solide qui enveloppait ces canaux rendait toute extension impossible.

Dans d'autres expériences, j'introduisais dans le canal osseux des bâtonnets très-minces de *Laminaria*, tout en ayant soin de

ne pas blesser les canaux membraneux. L'imbibition et le gonflement de ces bâtonnets comprime d'une manière assez considérable les canaux membraneux; mais, grâce à la compression très-lente, aucun des phénomènes de Flourens ne s'observe les premiers jours après l'expérience. Il suffit, par contre, de sectionner les canaux membraneux ainsi comprimés, pour provoquer instantanément ces phénomènes.

Toutes ces expériences ne laissent dans mon esprit aucun doute sur le mal fondé de l'hypothèse de M. Goltz, même dans la forme que lui a donnée M. Mach.

Nous voulons, pour terminer, attirer l'attention encore sur un fait, qui rend *à priori* très-improbable le rôle que M. Goltz a attribué au liquide contenu dans les canaux : Quand on fait une petite ouverture dans un des canaux osseux, sans permettre à la périlymphe de s'écouler, on peut, dans certaines conditions d'éclairage, observer une pulsation de ce liquide qui est synchrone avec les pulsations du cœur. Ces pulsations peuvent provenir de deux sources : 1° d'une petite artère qui longe le canal membraneux; dans ce cas elles ont une origine identique aux pulsations du cerveau qu'on observe quand on ouvre la boîte crânienne, et 2° directement des pulsations du cerveau, vu qu'il est démontré par MM. Schwalbe et F. E. Weber, que le liquide du système des canaux semi-circulaires communique par un petit conduit avec le liquide de la cavité arachnoïde. Or, si la membrane de la fenêtre ronde est assez flexible pour permettre des déplacements de l'endolymphe suffisamment considérables pour pouvoir produire des excitations nerveuses, il est évident qu'elle ne pourrait pas non plus empêcher les mêmes pulsations de se produire même quand le canal osseux reste fermé. L'hypothèse de M. Mach admise, nous devrions donc avoir des excitations rhythmiques des terminaisons nerveuses dans les ampoules.

Tout ce qui précède n'empêche pas naturellement que la présence de l'endolymphe ne soit nécessaire pour le fonctionnement des canaux semi-circulaires; les expériences que je viens d'exposer démontrent que ce n'est pas dans les varia-

tions de pression de ce liquide qu'il faut chercher la cause d'excitation des canaux semi-circulaires.

§ 13. — Section des nerfs acoustiques.

En poursuivant la recherche des preuves pour ou contre les théories de MM. Mach, Crum Brown et Breuer, j'ai dû examiner jusqu'à quel point ces auteurs avaient raison, en attribuant aux canaux semi-circulaires les phénomènes du vertige décrits par Purkinje. L'expérience nous permet de formuler une réponse catégorique à cette question.

Parmi les nombreuses expériences instituées par M. Mach, il s'en trouve plusieurs faites sur des lapins qu'il a soumis à la rotation passive sur un excentrique. Cette rotation produit chez les lapins un vertige qui se manifeste de la manière suivante : aussitôt la rotation passive interrompue et les lapins laissés libres, ils exécutent encore plusieurs rotations involontaires autour de l'axe longitudinal de leur corps, ou quelques mouvements de manége. M. Mach a comparé avec raison ces symptômes de vertige avec ceux décrits par Purkinje. Mais, en voulant rattacher ces phénomènes aux troubles provoqués dans les canaux circulaires par la rotation du corps, il propose d'en chercher la preuve dans l'expérience suivante :

« Une expérience importante, dit M. Mach (*loc. cit.*, p. 126), consisterait à imprimer un mouvement de rotation à un animal dont le nerf acoustique est sectionné. Ces animaux ne doivent plus subir le vertige de rotation..... M. Breuer affirme qu'en effet il n'a pu observer ce vertige chez les pigeons dont les canaux étaient détruits. »

Cette dernière affirmation de M. Breuer est des plus hasardées. Comme nous verrons plus loin, les troubles des mouvements chez les pigeons ainsi opérés sont si intenses, qu'il est complétement impossible d'instituer encore sur eux des observations sur le vertige. Ce n'est qu'en sectionnant les deux nerfs acoustiques qu'on peut élucider cette question. Pour des raisons faciles à comprendre, les lapins sont préférables aux pigeons pour ce genre d'expériences. Mais, même chez le

lapin, la section isolée des nerfs acoustiques n'est pas une opération aisée.

Nous avons employé trois méthodes différentes pour opérer cette section :

La première consistait à ouvrir (par le procédé décrit dans mon *Traité des méthodes physiologiques*) la cavité cylindrique qui se trouve chez le lapin dans l'apophyse mastoïde et qui contient la partie du cervelet appelée le *flocculus*. Après quoi, j'introduisais au-dessous du flocculus un petit instrument tranchant, dont la lame était courbée sous un angle presque droit, et qui n'était tranchante qu'au bout. Ce bout était un peu plus large que la lame même et pouvait couper le nerf acoustique d'un seul trait, rien que par une forte pression. L'introduction de la lame se faisait en glissant sur le plancher de la cavité en question, jusqu'à ce que sa pointe touchât son bord intérieur. On n'a alors qu'à baisser la pointe en l'appuyant sur la base du crâne pour couper le nerf acoustique à l'endroit même où il entre dans le canal de Fallope. Il est utile, pendant cette opération, d'avoir devant soi un crâne de lapin ouvert par en haut, pour mieux éviter le nerf facial, qui, dans l'endroit indiqué, touche de très-près le nerf acoustique.

Dans le second procédé, on fait deux petites ouvertures dans l'os occipital de deux côtés des ligaments occipito-atloïdiens postérieurs. Par ces ouvertures, on découvre facilement les dernières paires des nerfs crâniens; guidé par eux, on arrive aux deux nerfs acoustiques. Avec ce procédé, on voit les nerfs avant de les sectionner. Quand après plusieurs opérations exécutées selon ce procédé, on est arrivé à être bien orienté dans la région en question, alors on peut avoir recours au troisième procédé opératoire, qui, lui, dispense de la trépanation du crâne. Il n'exige que l'enlèvement d'une partie des ligaments occipito-atloïdiens postérieurs. En se servant d'un couteau dans le genre de celui que Claude Bernard a indiqué pour la section des nerfs crâniens, on peut parvenir jusqu'au nerf acoustique, en rasant la base du crâne et en évitant de blesser les autres nerfs.

C'est à ce dernier procédé que je donnais la préférence toutes

les fois que je n'étais pas obligé d'ouvrir la cavité cylindrique déjà indiquée pour opérer aussi sur les canaux. Les résultats de ces sections sont décrits plus loin ; ici il suffit d'indiquer que les lapins ayant les deux nerfs acoustiques sectionnés présentent, après avoir été soumis aux rotations sur l'excentrique, les mêmes symptômes de vertige que ceux que M. Mach a observés chez le lapin normal. Tout le système de raisonnements par lequel MM. Mach et Crum Brown sont arrivés à voir dans cette observation la preuve que les canaux semi-circulaires sont des organes destinés à indiquer chaque rotation de la tête par une sensation spécifique de rotation, sensation destinée à provoquer des mouvements compensateurs, tout ce système, dis-je, devient insoutenable par le fait (1) que les mêmes mouvements se produisent quand toute communication entre ces canaux et le cerveau est rompue. Les phénomènes de Purkinje ne dépendent donc pas des canaux semi-circulaires ; l'explication que ce physiologiste en a donnée, en les attribuant aux perturbations produites dans le cerveau lui-même par la rotation de la tête est donc la seule admissible. Peut-être ces perturbations ne sont-elles que la suite des troubles dans les vaisseaux intra-crâniens les plus éloignés de l'axe de rotation. Les observations faites sur les derviches, sur les shakers américains ainsi que sur certaines sectes religieuses russes, qui pratiquent les mouvements de rotation avec une grande véhémence pendant des heures et même des journées entières, prouvent que les plus grands bouleversements psychiques, comme les hallucinations, les visions, la perte complète de connaissance, etc., peuvent être la suite de ces mouvements violents. C'est donc le cerveau lui-même qui, en première ligne, subit l'effet de ces mouvements.

Je pourrais ici discuter encore longuement l'hypothèse qui veut voir dans les canaux semi-circulaires les organes d'un

(1) Ce fait, que j'ai déjà consigné dans un mémoire communiqué à l'Académie des sciences, a été depuis confirmé par M. Hermann (de Zurich) dans le compte rendu de ce mémoire (*Berichte über die Fortschritte der Anatomie und Physiologie*, 1876).

sens de rotation, ou des sensations d'accélération, et accumuler de nouvelles preuves contre cette manière de voir.

Mais je crois que les expériences exposées l'ont déjà suffisamment réfutée. Quelques mots seulement pour mieux faire ressortir l'invraisemblance *à priori* de la théorie de MM. Mach, Crum Brown et d'autres. Comment admettre que les canaux semi-circulaires servent à nous informer sur la rotation de la tête, quand nous voyons les mêmes organes parfaitement bien développés chez les animaux qui, comme les grenouilles ou les poissons, ont la tête presque immobile, et qui d'ailleurs, pas plus que les autres animaux, n'exécutent pas habituellement des mouvements de rotation?

Pourquoi justement la présence d'un organe des sens pour un mouvement peu habituel et pas pour beaucoup d'autres, pour les mouvements que les animaux exécutent continuellement?

Et d'ailleurs est-ce bien certain que nous ne sentons que l'accélération du mouvement et non la vitesse elle-même? Il n'est pas difficile de se convaincre du contraire : ainsi, par exemple, il m'est aussi impossible, ayant les yeux fermés, de déterminer la direction dans laquelle marche un train, quand il change de vitesse, que quand il marche avec une vitesse constante. Même impossibilité quand je monte ou descends avec une grande vitesse. Par contre, nous pouvons, à l'aide des secousses que nous communiquent les chocs des wagons, etc., déterminer d'une manière approximative la vitesse d'un train, même si elle est constante. Naturellement, quand la vitesse change, ces secousses deviennent plus irrégulières et nous sentons, dans ce cas, l'accélération ou le ralentissement.

Toutes les preuves que M. Mach cite lui-même en faveur de l'opinion que les nerfs de nos articulations, de nos muscles, de la peau, des téguments, etc., prennent part à la sensation du mouvement sont, malgré ses objections, bien autrement concluantes que l'hypothèse qui localise ces sensations dans les canaux semi-circulaires.

Nous devons avouer qu'il nous est tout à fait impossible de

comprendre comment on peut localiser *les sensations conscientes qui proviennent de tout notre corps* dans un petit organe situé dans le crâne, qui lui-même ne nous envoie aucune sensation consciente. Je trouve une pareille localisation aussi inadmissible et aussi irrationnelle que cette autre théorie qui veut mettre dans ces mêmes canaux la sensibilité musculaire !

Il suffit d'ailleurs de s'observer un peu pendant nos mouvements habituels pour se convaincre combien sont diverses les causes qui déterminent notre appréciation de la vitesse des mouvements. Ainsi, par exemple, quand on monte un cheval qui a un trot très-long et qui, par conséquent, fait des pas grands, mais rares, on éprouve une sensation d'un mouvement très-lent ; tandis qu'un cheval faisant des pas fréquents, mais plus courts, nous donne la sensation de la vitesse, quoique au fond le premier avance beaucoup plus rapidement. Ici nous jugeons la vitesse d'après le nombre des secousses que chaque pas communique à nos articulations, à nos muscles, etc.

Pour moi, quand je monte à l'anglaise, la sensation de lenteur, dans le premier cas, même chez les chevaux les plus rapides, est souvent si pénible, que je dois renoncer à les monter. On sait qu'en montant à l'anglaise, nous faisons des contractions musculaires volontaires ; la sensibilité musculaire joue, par conséquent, un rôle plus important que pendant les mouvements passifs.

Quand nous nous trouvons en chemin de fer, dans un train marchant avec une vitesse de 20 à 30 kilomètres, nous éprouvons une sensation de lenteur très-désagréable. Dans une voiture ou dans des traîneaux avançant avec la vitesse de 20 kilomètres par heure, nous éprouvons au contraire des sensations de vitesse et d'accélération. Ici nos sensations proviennent d'un *raisonnement*, souvent inconscient, qui nous dit que, dans le premier cas, nous sommes encore loin d'avoir atteint le maximum de vitesse possible, tandis que dans le second les chevaux font le maximum d'effort.

Pour les mêmes raisons, je préfère, par exemple, voyager sur les lacs suisses en bateau à rames ou à voile qu'en bateau

à vapeur; la sensation de lenteur, sur ce dernier, m'étant trop intolérable. Il ne serait pas difficile de trouver d'autres exemples qui démontrent que les sensations provoquées par le mouvement peuvent avoir encore d'autres caractères et d'autres causes. Ainsi, par exemple, la descente rapide des montagnes russes ne produit aucune sensation d'accélération, mais bien une sensation d'une légèreté dans tout le corps, accompagnée d'un léger étourdissement très-agréable. Ces sensations proviennent en grande partie de la diminution de la pression que les parties supérieures du corps exercent sur les parties inférieures, et surtout de la diminution de la pression que le cerveau exerce sur la base crânienne.

§ 14. — Nouvelles expériences sur les canaux semi-circulaires des pigeons.

Passons maintenant à l'exposé de celles de nos expériences qui ont une portée plus positive.

Nous croyons avoir déjà mentionné que, d'après notre opinion, le fait dominant dans les phénomènes de Flourens consiste dans *la diversité des mouvements* qui se produisent après la section des différents canaux semi-circulaires. L'importance de cette diversité est telle que, sans elle, tous ces phénomènes se réduiraient à une simple excitation réflexe produite par la lésion de ces canaux, et ne présenteraient aucun intérêt fonctionnel. C'est pourquoi M. Loewenberg qui, comme M. Goltz, n'a observé que les troubles généraux qui apparaissent après la lésion des canaux, était bien fondé à ne voir dans ces désordres que l'effet d'une violente excitation réflexe.

Vu l'importance de cette diversité dans les mouvements, il était, avant tout, nécessaire de compléter mes premières recherches par l'analyse des mouvements qui se produisent après la section du canal vertical supérieur. Après quelques essais, j'ai réussi à opérer sur le canal avec la même sûreté et la même précision que sur les deux autres.

Aussitôt qu'on sectionne ce canal vertical d'un côté, le pigeon

exécute un ou deux mouvements de la tête, dirigés d'arrière en avant et de droite à gauche, ou *vice versâ;* ces mouvements rappellent les oscillations de la tête des pigeons pendant leur marche, seulement, au lieu de se faire dans la direction droite d'arrière en avant, elles se font dans un plan diagonal. La section du canal correspondant de l'autre côté provoque le même mouvement de la tête, mais d'une manière beaucoup plus violente et plus continue. La perte de l'équilibre pendant la marche est même plus prononcée qu'après la section des autres canaux. Le mouvement du corps se fait, de même qu'après la section des canaux verticaux postérieurs, autour de l'axe transversal du corps ; mais, au lieu de culbuter autour de la queue, le pigeon culbute autour de sa tête. Les désordres dans les mouvements sont en général plus violents et ne disparaissent que très-lentement. La marche ultérieure de ces phénomènes est presque identique, quant au reste, à celle obtenue par la section des deux autres canaux.

Ainsi donc les mouvements involontaires qui se produisent après la section de la troisième paire des canaux semi-circulaires possèdent un caractère tout à fait distinct de celui des autres canaux. Si nous voulons déterminer le caractère des mouvements de la tête qui sont les plus prononcés chez le pigeon, nous dirons que *la section des deux canaux semi-circulaires symétriques provoque des oscillations de la tête dans le plan des canaux opérés*. Cette loi est absolue et n'admet aucune exception (1).

Les mouvements du corps entier ont la même direction, mais ils sont un peu plus difficiles à analyser. Nous avons vu plus haut qu'après la section des deux canaux horizontaux, le pigeon tourne autour de l'axe vertical de son corps, soit en restant en place, soit en exécutant les mouvements de manége ; les mouvements se font donc dans un plan horizontal.

(1) Il est bien entendu que nous sommes loin de partager l'opinion erronée qui regarde la section des canaux comme devant produire leur paralysie. Nous revenons encore plus loin sur cette question ; disons, en attendant, que pour nous l'effet immédiat de la section consiste dans une excitation des canaux.

Après la section des canaux verticaux postérieurs, le corps entier exécute des culbutes autour de la queue. Si l'on analyse bien ces culbutes, on voit facilement qu'elles sont provoquées de la manière suivante : Le corps du pigeon subit un élan de bas en haut qui le place dans une position presque verticale ; le pigeon est comme assis sur la queue ; mais comme en même temps les mouvements de la tête de bas en haut continuent, le corps entier est entraîné en arrière, et le plus souvent le pigeon achève la culbute et tombe sur le dos. On voit facilement que le mouvement principal du corps se fait dans un plan vertical, parallèle au canal vertical postérieur.

Quant aux suites de la section du canal vertical supérieur (ou antérieur), nous avons déjà vu qu'elle a pour effet de faire exécuter à la tête des mouvements diagonaux dirigés d'arrière et de droite en avant et à gauche, ou *vice versâ*. Le corps a de la tendance à tomber en avant ; mais, entraîné par les violentes oscillations de la tête, il dépasse le but et culbute souvent autour de la tête. En général, le mouvement s'exécute dans un plan parallèle à la direction des canaux verticaux supérieurs.

§ 15. — Destruction des six canaux semi-circulaires.

Cela établi, j'ai voulu constater l'effet de la section de tous les six canaux semi-circulaires. Cette opération peut être exécutée également presque sans perte de sang et sans produire la moindre lésion dans les organes voisins. Plusieurs fois j'ai même enlevé, par de petites ouvertures faites dans les canaux osseux, tous les six canaux membraneux avec leurs ampoules.

L'effet d'une pareille section des canaux semi-circulaires est foudroyant : il est impossible de donner une idée du mouvement perpétuel que présente le pigeon ; il ne peut ni se tenir debout ni rester couché, ni voler, ni en général exécuter un mouvement combiné quelconque, ni garder, même pendant un instant, l'attitude qu'on lui donne. Tous les muscles de son corps se contractent violemment ; il exécute de violentes culbutes tantôt en avant, tantôt en arrière ; il roule autour de

son axe longitudinal, saute en l'air, et retombe par terre pour recommencer les mêmes mouvements. Si on ne le retenait pas, il se briserait bientôt la tête contre le premier obstacle venu. Pour le maintenir en repos, il faut un effort relativement considérable.

Pour conserver des pigeons ainsi opérés, je les enveloppais dans des serviettes de manière à rendre impossible même les oscillations de la tête. Ainsi rendus immobiles, je les couchais sur un hamac spécialement installé pour des pigeons ayant subi des lésions des canaux semi-circulaires. Malgré ces précautions, il m'est arrivé plusieurs fois de trouver les pigeons morts dans quelque coin du laboratoire ; la section montrait d'abondants épanchements de sang, sous les enveloppes du cerveau, provenant des chocs de la tête contre le plancher. La violence des contractions musculaires était telle que, quoique enveloppés dans une serviette, les pigeons parvenaient encore à se jeter hors du hamac et à rouler par terre, jusqu'à ce que les lésions mortelles du cerveau missent fin à leurs souffrances.

Une pareille violence de mouvements ne persiste que pendant trois ou quatre jours après l'opération. Ce délai passé, on peut sans danger délier le pigeon et le laisser libre dans le hamac. L'impossibilité de se tenir debout ou de marcher continue, mais les convulsions produites par chaque tentative de déplacement sont beaucoup moins violentes ; l'animal parvient à se calmer sans intervention étrangère. Pendant cet état, qui dure dix à quinze jours, le pigeon parvient, après quelques essais infructueux, à rester calme dans une position voulue. Avec trois points d'appui, il peut même se tenir debout. Les mouvements involontaires apparaissent encore chaque fois qu'il veut changer de position, mais il parvient beaucoup plus facilement à s'en rendre maître.

Quand le pigeon est arrivé à ce point, je le laisse se promener sur le plancher ; c'est surtout dans cet état qu'il est intéressant à observer : l'impression générale que le pigeon produit est celle d'un animal qui commence à apprendre à se mouvoir, à se tenir debout, etc.

Pendant cet apprentissage, le pigeon a besoin du concours de ses autres organes des sens, surtout de la vue. Il suffit de lui fermer les yeux à l'aide d'un petit bonnet passé par-dessus sa tête, pour qu'il perde instantanément tous les fruits de sa nouvelle éducation : il retombe dans l'état dans lequel il était quelques jours après l'opération.

Ce n'est que dans l'espace de quelques mois que le pigeon revient à un état à peu près normal. Il peut de nouveau marcher ou se tenir debout, mais il a complétement et pour toujours perdu la faculté de voler. Tous ses mouvements gardent aussi un certain cachet d'incertitude, un certain manque de sûreté. Sa marche est lente ; à chaque pas il semble tâter le terrain. Il se tient de préférence immobile dans un coin obscur, et se décide difficilement à changer de place : on dirait qu'il se méfie de ses propres forces. Il suffit d'ailleurs de lui imprimer une petite secousse pour provoquer immédiatement un accès de mouvements involontaires dont il ne se rend maître qu'avec plus ou moins de difficultés. Obligé, par cette secousse, de fuir ou de se déplacer immédiatement, il n'a pas le temps d'exécuter des mouvements délibérés; de là l'explosion de mouvements involontaires désordonnés.

Toutes les sections des six canaux n'offrent pas la même issue relativement favorable. Souvent les pigeons périssent quelques jours après l'opération, par l'inflammation et la suppuration des tissus environnant les canaux. Dans d'autres cas, ils survivent à l'opération et à ses suites, mais la violence des mouvements persiste beaucoup plus longtemps, et les pigeons ne parviennent plus ni à marcher ni à se tenir debout.

§ 16. — Section unilatérale des canaux.

Une autre série de mes expériences avait pour but d'étudier les effets d'une section unilatérale des canaux semi-circulaires. La connaissance de ces effets est d'une importance capitale, aussi bien pour notre manière de voir que pour celle de

MM. Mach, Breuer et Crum Brown. C'est pourquoi M. Breuer a fait plusieurs expériences dans cette direction, dont les résultats sont d'ailleurs en contradiction complète avec les nôtres.

La théorie des trois auteurs cités exige que, parmi les canaux verticaux, le canal vertical postérieur d'un côté ait pour corollaire de ses fonctions le canal vertical supérieur de l'autre côté. C'est pour rendre conforme la position anatomique de ces canaux à la théorie qui y voit des organes du sens de rotation, que M. Crum Brown a le premier émis cette opinion sur la corrélation des différents canaux. M. Mach s'est rattaché à cette opinion; ce qui au fond équivaudrait à admettre que, parmi les extrémités, les paires ne sont pas formées par les extrémités antérieures d'une part et les postérieures de l'autre, mais qu'au contraire le bras et la jambe forment, au point de vue du fonctionnement, une paire de chaque côté du corps.

M. Breuer s'est chargé de trouver des preuves expérimentales à cette manière de voir. Il explique les affirmations de M. Böttcher et les miennes, à savoir : que la section de deux canaux non correspondants n'a pas provoqué les phénomènes de Flourens, par le hasard que nous avons toujours sectionné le canal horizontal d'un côté et le canal vertical postérieur de l'autre. Si au contraire on sectionne d'un côté le canal vertical postérieur et de l'autre le canal supérieur, les mouvements désordonnés de la tête et du corps se produisent instantanément.

Mes expériences sont en contradiction complète avec celles de M. Breuer sur ce point. La section nette de chacun de ces canaux ne produit que des phénomènes passagers, décrits plus haut, qui appartiennent à leur section unilatérale. Quelque temps après la section, tous les mouvements désordonnés disparaissent. Il ne reste dans quelques cas qu'une légère incertitude dans la marche; mais, elle aussi, disparaît bientôt.

En effet, quand on coupe chez le pigeon tous les canaux semi-circulaires d'un seul côté, on ne voit que les mouvements passagers de la tête pendant l'opération elle-même, quelques mouvements de manége, la tête étant dirigée du côté opéré, et des trébuchements pendant la marche trop rapide.

Ces symptômes disparaissent le plus souvent le second jour; après quoi il devient presque impossible de distinguer le pigeon opéré d'un pigeon normal.

C'est sur des pigeons ainsi opérés que j'ai pour la première fois observé que les mouvements de manége, ainsi que les troubles de l'équilibre, peuvent se manifester même sans aucun changement dans l'attitude de la tête. En vue de l'ancienne opinion de Longet et de M. Goltz, et que je partageais moi-même autrefois, à savoir que l'attitude de la tête joue un rôle prépondérant dans l'équilibre, cette observation a été pour moi d'une grande valeur; elle m'a permis de déterminer la véritable nature de l'influence que l'attitude de la tête joue dans le maintien du corps.

Dans toutes les opérations sur les canaux du même côté ou situés des deux côtés de la tête, mais non symétriques, on observe un phénomène curieux pendant la marche : à chaque pas que le pigeon fait, une de ses jambes plie sous son corps; un observateur non prévenu reçoit l'impression que la jambe est cassée. Souvent il m'a été moi-même difficile de me débarrasser d'un pareil soupçon, et j'étais obligé de constater par l'inspection que la jambe était intacte.

Ces phénomènes rappelleraient au médecin la marche caractéristique des atactiques, chez lesquels aussi les jambes fléchissent pendant la marche, grâce aux contractions exagérées.

Dans le cas de lésions unilatérales, cette flexion de la jambe s'observe sur le côté où se trouvent les canaux blessés; dans les cas de lésions bilatérales, mais non symétriques, elle se trouve du côté où le plus grand nombre de canaux a été blessé; et si de chaque côté la lésion n'a porté que sur un seul organe, le phénomène se manifeste du côté où le canal vertical a été atteint.

§ 17. — Excitation électrique des canaux.

Je vais rapporter encore quelques expériences sur les pigeons, où les canaux semi-circulaires ont été soumis à l'excitation électrique.

Les deux électrodes étaient composées par deux fils d'or dont les extrémités, recourbées en forme de crochets, furent introduites dans deux petites ouvertures pratiquées dans un des canaux osseux; ces fils aboutissaient de l'autre côté aux pôles d'un appareil d'induction.

La difficulté de localiser dans ces conditions l'action des courants électriques, tout en laissant les pigeons libres dans leurs mouvements, empêche d'obtenir des résultats bien décisifs. Cependant ces expériences m'autorisent à affirmer que l'excitation électrique d'un canal semi-circulaire ne produit d'autre effet visible qu'une forte déviation de la tête du côté du canal excité.

Les expériences analogues sont encore à continuer, quoiqu'on aurait tort d'en attendre des résultats importants : les fonctions des canaux semi-circulaires, comme organes des sens, étant trop délicates pour se prêter à une étude par ces moyens.

§ 18. — Expériences sur les canaux semi-circulaires des lapins.

Les nombreuses expériences que je viens d'exposer ont épuisé presque tout ce que l'art expérimental peut fournir en fait d'expérimentation sur les pigeons. Par conséquent, j'ai cru nécessaire de me servir d'animaux supérieurs. C'est surtout dans l'espoir d'obtenir des indications précises sur les rapports entre les canaux semi-circulaires et les mouvements des globes oculaires que j'ai eu recours aux lapins.

Comme Flourens l'a déjà indiqué, il est utile, pour les expériences sur les canaux, de choisir des jeunes lapins; les parties osseuses étant alors plus faciles à enlever, toute l'opération peut souvent être exécutée à l'aide d'un scalpel. La région dans laquelle il s'agit d'opérer est la même cavité cylindrique indiquée plus haut qui se trouve dans l'apophyse mastoïde, et qui contient la partie du cervelet appelée flocculus.

Le procédé opératoire est décrit dans mon *Traité des méthodes*.

Rappelons seulement ici que l'opérateur inexpérimenté peut

sans crainte enlever le flocculus, dans le but de se faciliter les opérations sur les canaux semi-circulaires, car il ne résulte de cette ablation aucun trouble dans la locomotion ou dans la faculté de maintenir l'équilibre (1).

Les différences entre les phénomènes qu'on observe chez les pigeons et ceux qui accompagnent les lésions des canaux semi-circulaires chez les lapins sont les suivantes :

1° Les désordres dans les mouvements sont très-violents et de longue durée chez les lapins, même si l'opération n'a porté que sur *un seul* canal semi-circulaire.

2° Ces troubles sont surtout prononcés dans les mouvements des muscles du globe oculaire ; ils sont moins violents dans les muscles du tronc et presque nuls dans ceux de la tête.

Les mouvements du corps consistent principalement dans des mouvements de manége, lorsque c'est un canal horizontal qui a été lésé ; dans des roulements (2) autour de l'axe longitudinal du corps, quand la lésion a porté sur un des canaux verticaux. La tête est plus ou moins violemment ramenée de ce côté et rapprochée des extrémités postérieures ; de sorte que tous les mouvements amènent une rotation du corps autour de son axe longitudinal.

Dans les premières heures après la lésion d'un canal semi-circulaire, tout mouvement combiné ou tout déplacement normal est impossible pour l'animal. Même au repos, le lapin est incapable de se tenir sur ses jambes dans l'attitude normale ; il reste à demi couché sur le ventre.

Parmi tous les mouvements provoqués par les lésions des canaux semi-circulaires, ceux qui présentent le plus grand intérêt et qui sont les plus prononcés, sont les mouvements des globes oculaires.

(1) Les troubles que M. Hitzig a observés en introduisant un morceau de glace dans la cavité désignée proviennent d'une forte excitation des canaux semi-circulaires situés dans les parois de cette cavité, et nullement d'une action sur le flocculus lui-même.

(2) La description des phénomènes donnée par Flourens comme résultant de la section des canaux semi-circulaires chez les lapins est presque en tous points inexacte.

Déjà Flourens mentionne en passant le nystagmus qui, d'après ses observations, se produit pendant les mouvements de la tête et cesse instantanément quand la tête est en repos. Il y a là certainement une erreur grave de la part de l'éminent physiologiste.

Il va sans dire que chaque mouvement de la tête est, chez le lapin comme chez tout autre animal, même avec des canaux intacts, accompagné d'un mouvement du globe oculaire. Comme nous l'avons constaté plus haut à l'occasion des expériences de Purkinje, le globe oculaire suit toujours le mouvement de la tête avec un petit retard.

Le nystagmus dont nous voulons parler ici ne se rapporte aucunement à cette nécessité, pour le globe oculaire, de suivre les mouvements de la tête; car il apparaît surtout, et avec une certaine violence, quand la tête est immobilisée.

Cette violence diminue même sensiblement quand on laisse la tête libre, et le nystagmus cesse tout à fait lorsque le lapin, détaché, commence les violents mouvements du corps décrits plus haut.

L'excitation la plus légère suffit souvent pour provoquer ces oscillations des globes oculaires : on voit survenir un accès prolongé de nystagmus à la suite d'une légère pression sur le canal osseux, lorsqu'on veut enlever avec une éponge les gouttelettes de sang qui se sont accumulées dans le voisinage.

Ces oscillations ont toujours lieu dans les deux yeux, même quand l'excitation a porté sur un seul canal.

Leur direction diffère suivant le canal opéré. Elles se produisent toujours par séries d'oscillations d'une durée de plusieurs secondes, même lorsqu'on a soin de n'exercer qu'une seule et faible excitation du canal.

Une excitation violente, comme par exemple la compression du canal membraneux ou sa torsion, produit des accès qui durent quelques minutes, souvent même une heure et davantage.

§ 19. — Oscillations des globes oculaires provoquées par l'excitation des canaux.

La fréquence de ces oscillations varie d'après la force de l'irritation exercée ; on peut souvent compter de 20 à 150 oscillations par minute. Cette fréquence rend l'étude de ces oscillations très-difficile, surtout quand on est obligé d'observer simultanément les mouvements des deux globes oculaires.

Les essais pour les fixer à l'aide de la méthode graphique ne m'ont pas donné, jusqu'à présent, des résultats satisfaisants.

Voici la description de ces mouvements, telle que je l'ai donnée dans mon premier Mémoire communiqué à l'Académie des sciences :

« Les mouvements du globe oculaire observés après ces » lésions ne sont pas des mouvements *compensateurs* provoqués » par le déplacement de la tête : ils sont la suite immédiate et » directe de la lésion des canaux.

» Chaque canal semi-circulaire influe d'une manière spéciale » sur les mouvements du globe oculaire. Par l'excitation du » canal horizontal chez le lapin, on produit une rotation de » l'œil du même côté, telle que la pupille se trouve dirigée en » arrière et en bas ; celle du canal vertical postérieur produit » une déviation de l'œil avec la pupille dirigée en avant et un peu » en haut ; celle du canal vertical antérieur en arrière et en bas.

» L'excitation d'un canal produit toujours les mouvements » oculaires dans les deux yeux ; mais, dans le globe du côté » opposé au canal atteint, les mouvements ont lieu dans le sens » contraire à ceux du globe de l'autre côté. La pupille se contracte du côté où a lieu l'excitation et reste dilatée du côté » opposé.

» Au moment même de l'excitation, la contraction des » muscles moteurs du globe a un caractère *tétanique :* les yeux » restent violemment déviés dans les sens indiqués ; immédiatement après, ils commencent à exécuter des mouvements » *oscillatoires* dans le sens opposé. Ces oscillations ont une » fréquence variable entre 20 et 150 par minute. Leur durée

» dépend de la force de l'excitation, mais dépasse rarement
» une demi-heure.

» Ces mouvements oscillatoires disparaissent lorsqu'on sec-
» tionne le nerf acoustique *du côté opposé*. De nouvelles excita-
» tions d'un canal semi-circulaire ne produisent plus que des
» contractions tétaniques. »

Les expériences que j'ai instituées depuis cette communication m'amènent à modifier cette description dans quelques détails :

Ainsi, par exemple, on remarque dans plusieurs cas que les pupilles sont dilatées des deux côtés, quoique toujours davantage sur le côté opposé au canal opéré.

Mais c'est surtout sur l'effet de l'excitation des canaux horizontaux et verticaux postérieurs, que je dois modifier ma première indication : L'excitation du canal horizontal produit un déplacement du globe oculaire, dans lequel la pupille est portée *en avant et en bas*, celle du canal vertical postérieur *en arrière et en haut*.

Pour indiquer les trois directions du nystagmus qu'on observe pendant l'excitation des trois canaux semi-circulaires, nous dirons donc que celle du canal horizontal produit un mouvement du globe dirigé en avant et en bas, celle du canal vertical postérieur en arrière et en haut, celle du canal vertical antérieur (ou supérieur) en arrière et en bas. Dans cette indication, il s'agit de l'œil se trouvant du même côté que le canal excité. Dans l'autre œil, le nystagmus a la direction opposée, c'est-à-dire qu'il est dirigé en arrière et en haut pendant l'excitation du canal horizontal, en avant et en bas pendant l'excitation du canal vertical postérieur, et en avant et en haut, quand on excite le canal vertical antérieur.

On sait que les ophthalmologistes distinguent quatre genres de nystagmus : nystagmus horizontal, vertical, diagonal et rotatoire. Dans ces nystagmus, les mouvements des deux globes se font toujours dans le même sens. C'est le contraire que nous observons chez les lapins pendant l'excitation unilatérale d'un canal.

Il ne serait pas difficile de réduire les différents nystagmus, produits artificiellement par l'excitation des canaux semi-circulaires et du nerf acoustique, sur les quatre formes désignées. Le nystagmus horizontal correspondrait au mouvement qu'on observe pendant l'excitation du canal horizontal ; le nystagmus vertical, à l'excitation du vertical postérieur ; le nystagmus diagonal, à celle du vertical antérieur ; le nystagmus rotatoire, à l'excitation du nerf acoustique.

Pour opérer cette réduction, il faudrait, avant tout, tenir compte de la situation particulière des globes oculaires chez les lapins. Puis il faudrait, dans les oscillations que je viens de décrire, déterminer d'une manière plus précise, dans chaque mouvement, la part qui revient à chaque direction spéciale, afin de pouvoir dire, par exemple, quelle direction prédomine, celle de haut en bas, ou celle d'avant en arrière, etc. Sans une pareille détermination, il est évident que les directions « en avant et en bas », et « en arrière et en haut », ne sont pas nécessairement absolument opposées. C'est même à cause de l'impossibilité dans laquelle je me trouvais de faire cette détermination, que je me suis vu forcé de modifier, après nouvelles expériences, mes premières indications.

Je continue encore à étudier ces mouvements, et j'ai l'espoir d'arriver à pouvoir les fixer graphiquement ; j'aurai donc l'occasion de revenir encore sur ce sujet.

Pour le moment, le caractère exact de ces mouvements est d'une importance secondaire. Il suffit d'avoir constaté que *l'excitation de chaque canal semi-circulaire provoque des oscillations des globes oculaires dont la direction est déterminée par le choix du canal excité.*

Pour terminer l'exposé des faits qui résultent de mes expériences, je dois ajouter encore ceux observés après la section des nerfs acoustiques.

Chez les lapins, l'excitation d'un nerf acoustique produit de violents tournoiements autour de l'axe longitudinal du corps, dans la direction du côté opéré. L'excitation des deux nerfs acoustiques causé par leur écrasement produit des mouve-

ments très-irréguliers : l'animal a de la tendance à se rouler, tantôt d'un côté, tantôt de l'autre ; de ces deux tendances opposées résulte, pour l'animal, l'incapacité complète de se mouvoir ou de se tenir debout. Les pigeons chez lesquels on extirpe les six canaux membraneux avec leurs ampoules présentent, aussitôt après l'opération, les mêmes phénomènes.

Lorsque la section intracrânienne de deux acoustiques est bien réussie, sans être accompagnée d'un épanchement de sang ou d'autres accidents, les animaux survivent à l'opération et les mêmes phénomènes décrits plus haut disparaissent peu à peu. Après six à dix jours, l'animal se tient debout, il peut changer de place, se mouvoir, etc. ; mais il lui reste un certain manque d'assurance dans ses mouvements, à la suite duquel il ne se déplace que quand on le force à le faire. Il cherche toujours un mur ou un coin où il puisse trouver un point d'appui. Dans ce déplacement, chaque animal choisit toujours la même direction ; l'un marche de préférence en arrière, l'autre de côté, etc.

§ 20. — Discussion des expériences décrites.

Abordons maintenant la discussion des faits nombreux que je viens d'exposer.

Les expériences que j'ai instituées en 1872 m'ont conduit, comme on l'a vu plus haut, à la conclusion que les fonctions des canaux semi-circulaires sont en rapport avec nos notions sur l'espace, et que chaque canal a une relation déterminée avec des dimensions de l'espace. Je ne connaissais pas encore l'influence dominante que les canaux exercent sur l'appareil moteur de l'œil, appareil qui joue un rôle prépondérant dans nos représentations de la forme et de la disposition des objets dans l'espace. Néanmoins j'ai déjà alors fortement appuyé sur le rôle que les sensations inconscientes provenant des muscles oculaires eux-mêmes ou de leur centre d'innervation jouent dans nos notions sur l'espace, et j'inclinais vers la conception que le système des canaux semi-circulaires a sa part dans l'utilisation de ces sensations.

Les principaux motifs de mon opinion étaient : 1° la disposition anatomique de ces canaux ; 2° la régularité absolue avec laquelle l'excitation de chaque canal produit des mouvements de la tête et du corps dans un plan parallèle à celui du canal ; 3° l'influence que les positions anormales de la tête exercent sur ces mouvements et sur l'équilibre du corps ; 4° enfin la probabilité que cette dernière influence n'est due qu'aux troubles des sensations visuelles.

Cependant, au moment où j'écrivais mon premier mémoire, je ne possédais pas encore de preuves directes pour l'existence des relations physiologiques entre les canaux semi-circulaires et les centres d'innervation de l'appareil oculo-moteur ; c'est pourquoi j'ai dû alors m'abstenir d'une analyse plus approfondie de la manière dont les canaux semi-circulaires interviennent dans la formation de nos idées sur l'espace.

§ 21. — Formation de la notion de l'espace.

Les résultats de mes expériences nouvelles, et les preuves si éclatantes de l'existence de ces rapports qu'elles m'ont fournies, étaient donc d'une grande valeur pour moi. Outre la satisfaction que j'ai éprouvée de voir ainsi se confirmer ma théorie, j'ai pu aussi entrevoir dès lors la possibilité de pénétrer plus loin dans le mécanisme par lequel les canaux semi-circulaires prennent part à la formation de nos notions sur l'espace.

Étant donné, d'une part, que nos représentations touchant la disposition des objets dans l'espace dépendent surtout des sensations inconscientes d'innervation ou de contraction des muscles oculo-moteurs ; d'autre part, que chaque excitation, même minime, des canaux semi-circulaires produit des contractions et des innervations des mêmes muscles, il est incontestable que *les centres nerveux dans lesquels aboutissent les fibres nerveuses qui se distribuent dans les canaux sont en relation physiologique intime avec le centre oculo-moteur*, et *que, par conséquent, leur excitation peut intervenir, d'une ma-*

nière déterminante, dans la formation de nos notions sur l'espace.

Cette conclusion, n'étant au fond que la simple expression des faits eux-mêmes, ne contient assurément rien d'arbitraire.

En la rapprochant des arguments allégués plus haut (voy. page précédente), et en y ajoutant le fait acquis que l'irritation de chaque canal semi-circulaire provoque des mouvements oculaires *distincts*, on peut arriver à préciser davantage cette conclusion et à l'élargir de manière à dire :

Les canaux semi-circulaires sont les organes périphériques du sens de l'espace; c'est-à-dire que les sensations provoquées par l'excitation des terminaisons nerveuses dans les ampoules de ces canaux servent à former nos notions sur les trois dimensions de l'espace. Les sensations de chaque canal correspondent à l'une de ces dimensions.

A l'aide de ces sensations, il peut se former dans notre cerveau la représentation d'un espace idéal sur lequel seront rapportées toutes les perceptions de nos autres sens qui concernent la disposition des objets qui nous entourent et la position de notre corps parmi ces objets.

Cela établi, tâchons maintenant, autant que faire se peut, de nous rendre compte du mécanisme à l'aide duquel les canaux semi-circulaires accomplissent leur fonction, et du rôle physiologique que cette fonction leur attribue dans l'économie de l'organisme.

Quelles que soient les préventions du naturaliste contre les considérations téléologiques, il ne peut pourtant s'en dispenser, surtout lorsqu'il s'agit d'établir la signification d'un organe dont les fonctions étaient jusqu'à présent méconnues.

Je ne saurais donc m'abstenir d'aborder la seconde partie de la tâche que je viens d'indiquer.

L'origine de nos notions sur l'espace n'est pas seulement un problème purement physiologique, elle touche à de graves problèmes de psychologie et de mathématiques. Elle a donc été l'objet d'études approfondies de la part des philosophes et des mathématiciens de tous les temps.

En abordant pour ma part cette question, je tiens à constater que je n'ai nullement l'intention de discuter ici toutes les opinions philosophiques qui ont été émises à ce sujet (1). Ce n'est que le côté purement physiologique de la question dont j'aurai à m'occuper, autant du moins que la constatation d'un organe spécial pour la formation de nos notions sur l'espace doit modifier les théories physiologiques actuellement admises sur cette formation.

§ 22. — Théories nativistes et empiristes de la vision binoculaire.

Deux théories principales sur la formation de la notion de l'espace partagent les physiologistes en deux camps distincts : à savoir, la théorie *nativiste* et la théorie *empiriste*.

La première compte, dans ce siècle, parmi ses plus illustres représentants, Kant et J. Müller. Elle a été plus récemment soutenue et développée d'une façon brillante par M. Hering.

La seconde a été élevée par M. Helmholtz à la hauteur d'un système scientifique complet. L'élaboration psychologique de ces deux théories a été basée de préférence sur des preuves tirées du sens de la vue.

« La proposition fondamentale de la théorie empiriste, dit M. Helmholtz, c'est que les sensations sont, pour notre conscience, des signes dont l'interprétation est livrée à notre intelligence. En ce qui concerne les signes fournis par la vision, ils diffèrent en intensité et en qualité (en couleur) ; de plus ils doivent présenter une troisième différence dépendant de la partie qui est excitée sur la rétine et qui porte le nom de signe local. Les signes locaux des sensations de l'œil droit sont généralement différents de ceux des points correspondants de l'œil gauche.... Nous sentons, en outre, le degré d'innervation que nous transmettons aux nerfs des muscles oculaires. »

« Les notions d'étendue de ce mouvement ne dépendent pas nécessairement des perceptions visuelles, ou tout au moins

(1) Les modifications que l'existence d'un organe périphérique du sens de l'espace doit apporter dans nos idées philosophiques seront traitées par moi ailleurs.

elles n'en dépendent pas uniquement, puisque les aveugles-nés les acquièrent avec une exactitude parfaite par le sens du toucher; nous pouvons donc, pour notre objet, les considérer comme données préalablement.....

» Pour la théorie empiriste, la forme de la rétine, la position et la régularité de l'image, pourvu que celle-ci soit nettement limitée, sont choses absolument indifférentes. Cette théorie ne s'inquiète que de la projection de la rétine en dehors par les milieux optiques....

» La position que présentent les objets, par rapport à notre corps, est appréciée à l'aide du sentiment d'innervation des nerfs oculaires, mais elle est contrôlée à chaque instant d'après le résultat, c'est-à-dire d'après le déplacement que les innervations impriment aux images. »

Les notions de la disposition des objets dans l'espace ne se forment donc pas directement, mais à l'aide d'un jugement et d'une association d'idées basés sur l'expérience et l'habitude.

Tout autre est la manière de voir des nativistes : « En ce qui concerne les différentes théories nativistes », dit M. Helmholtz, « leur point fondamental, c'est qu'elles attribuent la localisation des impressions dans le champ visuel à une disposition innée, soit que l'on ait une connaissance directe des dimensions de la rétine, soit que l'excitation des fibres nerveuses déterminées donne lieu à certaines représentations d'espace par un mécanisme préétabli et impossible à définir avec plus de précision.

» C'est surtout J. Müller qui a développé cette théorie sous la première forme. Il dit : « L'idée d'espace ne peut pas être un » produit d'éducation; au contraire, la notion de l'espace et du » temps est nécessaire, et toutes les sensations se soumettent » nécessairement à ces notions : aucune sensation ne peut » exister en dehors de la notion d'espace et de temps. Mais » quant à ce qui remplit l'espace, nous ne sentons rien autre » que nous-même dans l'espace, quand nous parlons de sen- » sation ou de sens... Dans chaque champ visuel, la rétine voit » sa propre étendue à l'état d'affection; lorsque nous gardons

» le repos le plus absolu et que les yeux sont fermés, elle se » perçoit à l'état obscur dans l'espace. » Cette théorie, en admettant que la localisation spéciale de chaque impression est donnée par une intuition immédiate, est donc une extension de l'opinion de Kant, d'après laquelle l'espace et le temps sont des formes de nos notions. »

Kant regardait, en effet, l'espace et le temps comme deux formes données de notre intuition.

« L'espace, dit-il, est une représentation nécessaire, aprioristique, qui sert pour base à toutes nos idées.....

» Nous ne pouvons pas nous imaginer qu'il n'existe pas d'espace, quoique nous pouvons très-bien admettre qu'il n'y ait pas d'objets dans l'espace.... L'espace est une pure idée..... » (*Loc. cit.*, p. 29.)

Pour M. Hering, les différents points de la rétine peuvent produire non-seulement les sensations des couleurs, mais encore les trois sensations de l'espace.

M. Hering admet qu'à l'état d'excitation, les différents points de la rétine provoquent, outre les sensations des couleurs, trois sortes de sensations d'étendue :

La première répond à la position en hauteur de la portion de la rétine correspondante, la seconde à sa position en largeur. Les sensations de hauteur et de largeur dont la réunion donne la notion de direction, relativement à la position de l'objet dans le champ de vision, sont égales pour les points correspondants. Il existe, de plus, une troisième sensation d'étendue, d'une nature particulière : c'est la sensation de profondeur qui doit avoir des valeurs égales, mais de signe contraire, pour des points rétiniens identiques et des valeurs égales et de même signe pour les points situés symétriquement.

On voit que les deux théories diffèrent entre elles par des points essentiels. Les observations physiologiques sur lesquelles elles reposent ne sont pas moins contradictoires, bien qu'elles puissent être mises en harmonie beaucoup plus aisément que les théories elles-mêmes.

Dans une science exacte et basée sur l'observation, lorsque

deux théories aussi contradictoires peuvent exister simultanément, sans qu'aucune d'elles parvienne à rallier toutes les opinions, c'est presque toujours une preuve que toutes les deux ont certains côtés défectueux, qu'aucune n'est absolument satisfaisante. M. Helmholtz admet lui-même que « notre connaissance des phénomènes se rapportant à cette question est encore trop incomplète pour ne permettre qu'une seule théorie et exclure toute autre ».

Nous ne voulons indiquer ici que quelques-unes des objections faites à chacune des deux théories dont nous venons d'indiquer les traits principaux. Ces objections, bien qu'en partie d'un caractère purement métaphysique, suffisent néanmoins pour en faire ressortir les points faibles.

La théorie de M. Hering, outre qu'elle ne s'accorde que difficilement avec un grand nombre d'observations, a un point faible fondamental, déjà indiqué par M. Helmholtz.

« La première objection, dit-il, que je ferai et qui est tout à fait insurmontable pour moi, c'est que je ne peux pas me figurer comment une seule excitation nerveuse, sans aucune expérience préalable, peut donner lieu à une représentation d'espace complète. »

A cette objection déjà bien grave s'ajoute encore la difficulté d'admettre que la même fibre nerveuse qui produit la sensation de lumière sert en même temps pour celle de l'espace.

Les lois de la physiologie générale du système nerveux, et surtout la loi des *énergies spécifiques*, qui a si puissamment contribué au développement de la physiologie des sens, s'opposent à l'admission d'une pareille possibilité.

La théorie empiriste, tout en s'accordant mieux avec nos notions physiologiques et avec un grand nombre d'observations, ne présente pas moins une grande lacune.

Si les notions sur l'espace sont la conséquence des sensations de mouvement (*Bewegungsempfindungen*) ou d'innervation musculaire associées à la reconnaissance des signes locaux, elles doivent créer par elles-mêmes la représentation d'un espace à trois dimensions.

L'insuffisance de cette hypothèse saute aux yeux. Les sensations produites par les contractions et les innervations des muscles des yeux ou du corps en général ne pourraient en dernier lieu nous instruire que sur les résultats de ces contractions. Par exemple, la contraction du muscle droit supérieur nous renseigne sur la direction donnée à notre œil dans le but de recevoir l'image nette d'un objet sur lequel notre attention s'est portée.

Ou, si c'est à l'aide du toucher que nous voulons reconnaître la forme complète d'un objet, les sensations ne sont pas autres que celles produites par les contractions des muscles ou des groupes musculaires, mis en mouvement dans un ordre déterminé pour mettre nos doigts en rapport avec l'objet à reconnaître.

Tout cela ne contient pas encore la moindre indication de la relation de ces sensations et d'un espace, et encore bien moins une notion de cet espace même.

La difficulté reste absolument la même si nous ajoutons à ces sensations les indications fournies à notre esprit par les signes locaux (1).

§ 23. — Opinion de M. Lotze sur la formation de la notion de l'espace.

Cette difficulté est très-bien exprimée dans une remarquable étude de M. Lotze (un des vétérans de la philosophie allemande) *Sur la formation de la notion de l'espace*, publiée dans la *Revue philosophique* en 1877 (nº 10).

Nous nous permettons de citer textuellement cette exposi-

(1) « Cette théorie empiriste, disais-je en 1873 dans mon *Traité de physiologie*, vol. II, p. 330, ainsi que sa modification, la théorie des associations de Herbar, a ce défaut qu'elle est incapable de nous fournir une explication satisfaisante de l'origine des représentations primitives à l'aide desquelles se forment nos conclusions sur la forme et la disposition des objets dans l'espace. »

L'acquisition de ces notions à travers les siècles, par l'exercice et l'habitude, ne peut être admise qu'à la condition d'admettre en même temps que l'exercice ait pu créer un organe spécial. Dans ce dernier cas, on reviendrait à la théorie nativiste, qui suppose l'existence de pareils organes d'espace.

tion lumineuse qui exprime en partie notre propre manière de voir :

« Comment se fait-il donc que pour localiser les sensations π ou $\varkappa$, l'âme soit déterminée par la seule addition des signes α ou β, qui ne sont pas moins étrangers eux-mêmes à toute notion de lieu ? Que l'addition de ces signes nous force à distinguer les sensations π et $\varkappa$, nous le comprenons ; mais qu'elle nous force à les distinguer dans l'espace, comment l'admettre ? Il semble qu'on ne le puisse en effet ; mais ce n'est pas une raison pour regarder notre hypothèse comme inutile ou infructueuse. On se tromperait grossièrement au contraire si l'on voulait qu'il en fût autrement, que les signes α et β fussent de nature à nous forcer de distinguer dans l'espace les sensations π et $\varkappa$. »

« Il y a, en effet, deux questions qu'il ne faut pas confondre. L'une est de savoir pourquoi l'âme arrange la multitude de ses sensations dans ce cadre de relations géométriques et non dans tel ou tel autre ordre tout à fait différent, mais dont, par suite de cette habitude merveilleuse d'intuition géométrique, nous n'avons pas la moindre idée.

» L'autre question, supposant comme données, dans la nature de l'âme, et la faculté et la détermination de cette disposition des sensations, est simplement de savoir comment fait l'âme pour assigner dans cette intuition de l'espace, qui lui est nécessaire, à chacune de ces sensations, sa place déterminée, en correspondance avec l'objet qui en est la cause. C'est à cette seconde question seulement que nous prétendons répondre par notre *théorie des signes locaux*, et, loin de vouloir satisfaire à la première, nous condamnons comme impossible toute tentative de répondre à ce problème insoluble. Non-seulement ce n'est pas un problème de psychologie physiologique, mais encore tous les efforts que la spéculation philosophique pourrait faire pour en donner la solution demeureraient stériles comme ils l'ont été jusqu'à ce jour. On connaît, sous le nom de déduction de l'espace, ces entreprises téméraires qui, à l'aide d'une dialectique mystérieuse, se flattent de construire l'espace

avec ce qui n'est pas l'espace ; elles ont toutes échoué : ce n'est en effet que par des pétitions de principes qu'elles introduisent subrepticement la notion d'étendue, en prétendant l'avoir créée de toutes pièces. Des théoriciens d'aujourd'hui font profession de mépriser toute spéculation, mais ils ne sont pas moins désorientés que leurs devanciers : comptant, comme sur le plus puissant talisman, sur la seule expérience, ils s'efforcent de faire produire l'intuition d'étendue et d'espace à une pure association de sensations ; ils échoueront comme les autres. Il ne sera jamais possible d'augmenter un nombre de zéros jusqu'à ce qu'il représente une quantité réelle ; il sera tout aussi impossible de tirer d'une association d'éléments un caractère tout à fait nouveau, dont aucun germe ne puisse se rencontrer dans ces éléments eux-mêmes. Il est difficile d'ailleurs de comprendre l'obstination avec laquelle, sans se lasser, on recommence toujours cette tentative. A-t-on jamais songé à se demander pourquoi les ondes lumineuses se perçoivent sous la forme de couleurs, et non sous celle d'odeurs ou de sons?... c'est une simple donnée de l'expérience que l'on prend comme telle. Pourquoi ne pas avouer qu'il en est de même de l'intuition de l'espace? Elle est la forme donnée sous laquelle nous percevons les relations de certaines multitudes de sensations simultanées ; nous n'avons absolument qu'à déterminer les règles suivant lesquelles nous faisons un usage indéfiniment varié de cette forme générale toujours la même. »

Et plus loin : « Nous avons déjà vu, et nous le répétons ici, que rien au monde ne pourrait nous faire comprendre pourquoi ce système de sensations, qui n'implique encore aucune notion d'espace, devrait nécessairement être perçu sous la forme de l'espace, comme un système de relations dans l'étendue. Mais si l'on suppose *dans la nature de l'âme une faculté, une tendance à percevoir les impressions sous la forme de l'espace, voilà les conditions que l'on ne saurait imaginer sans s'attendre à ce qu'elles provoquent l'exercice de cette tendance*. En répétant ces rotations du globe de l'œil, en les dirigeant de droite à gauche ou de gauche à droite, en retrouvant toujours la même

liaison des impressions, en apercevant la persistance d'un groupe central par rapport aux termes qui vont et viennent, nous nous persuadons que la précision n'est qu'en nous-mêmes, que la coexistence est dans les choses, et que ce qui cause le changement de nos sensations ne consiste que dans la diversité de nos relations par rapport à des objets permanents du monde extérieur. C'est en ces termes que l'on peut exprimer la notion, pour ainsi dire abstraite, de ce que l'espace est sous forme intuitive. Ajoutons enfin qu'il y a aussi, pour les sensations de la peau, quelque chose qui ressemble à ces conditions favorables à la localisation des sensations. Elle aussi possède d'innombrables points sensibles; mais les mouvements nécessaires pour en apprécier les positions ne sont pas possibles à ces points immédiatement, comme ils le sont à ceux de la rétine, et il faut que le concours d'organes mobiles supplée à ce défaut. » (*Loc. cit.*, p. 363.)

§ 24. — Théorie de l'auteur sur la formation de la notion de l'espace.

Le lecteur qui a suivi attentivement l'exposé de mes expériences a déjà deviné dans quel but j'ai insisté si longuement sur les difficultés que rencontrent les deux théories en présence, sur la formation de nos notions sur l'espace.

Ces difficultés disparaissent complétement, *si l'on admet que nous possédons un organe des sens spécialement destiné à nous envoyer des sensations qui servent à former la notion d'un espace à trois dimensions.*

Cet organe, nous le plaçons, d'après nos expériences, dans le système des canaux semi-circulaires.

Les objections présentées plus haut à la possibilité de placer ces sensations dans les fibres nerveuses, qui servent en même temps au sens de la lumière, n'existent plus ici. En effet, s'il nous est impossible d'admettre qu'une *seule* fibre nerveuse puisse nous donner la représentation de l'espace, nous pouvons par contre très-bien comprendre comment toute une série de fibres disposées dans une des *directions de l'espace* nous com-

muniquent, lorsqu'elles sont excitées, des sensations inconscientes d'une étendue ayant la même direction.

D'autre part, la lacune que nous avons signalée dans la théorie empiriste disparaît par la constatation d'un organe spécial pour le sens de l'espace.

La disposition des nerfs dans trois plans perpendiculaires l'un à l'autre, se prête à merveille pour une pareille fonction. Nous pouvons très-bien nous figurer comment les sensations d'étendue dans trois plans, dont la disposition, chez tous les Vertébrés, répond exactement aux trois coordonnées de l'espace, peuvent être utilisées par notre intelligence pour la construction d'une notion de l'espace.

Je dirais plus : aucun autre sens ne présente une relation aussi facile à saisir entre la représentation et la sensation, que le sens d'espace, d'après ma manière de voir.

Cette partie de la question, que M. Lotze pose comme insoluble par voie psycho-physiologique, reçoit ainsi une solution complétement satisfaisante. *Les sensations d'innervation et des mouvements musculaires peuvent très-bien, à l'aide des signes locaux, être rapportées sur un espace à trois dimensions, du moment qu'il existe un organe spécial destiné à nous donner des notions d'un pareil espace.*

La théorie empiriste reçoit, de cette manière, une nouvelle extension, vu que la notion de l'espace cesse d'être une forme préexistante de notre intuition, mais devient comme les notions des couleurs, des sons, etc., une acquisition de notre intelligence due aux sensations spéciales d'un organe périphérique des sens.

Nous comprenons à présent pourquoi c'est justement un espace des trois dimensions qui sert de base à notre géométrie euclidéenne. Les axiomes géométriques nous apparaissent ainsi comme étant imposés par les limites de nos organes des sens.

En un mot, l'existence d'un organe des sens de l'espace permet de résoudre les questions en litige entre la théorie empiriste et la théorie nativiste.

La seconde de ces théories était pleinement en droit d'admettre que les notions d'espace nous sont données par l'excitation des fibres nerveuses déterminée à l'aide d'un mécanisme encore inconnu (voy. plus haut).

D'un autre côté, la théorie empiriste a raison d'attribuer aux signes locaux et aux sensations d'innervation et des contractions musculaires, nos représentations sur la forme des objets extérieurs et sur leur disposition dans l'espace.

L'espace idéal à trois dimensions, dont la notion se forme à l'aide des sensations que nous recevons des trois canaux semicirculaires, sert naturellement aussi bien à la détermination de la disposition des objets, dans le monde extérieur, par le toucher.

Dans une étude récente sur la notion de l'espace, M. Delbœuf discute la question de savoir si les autres sens peuvent être utilisés pour une pareille détermination, aussi bien que la vue et le toucher.

Citant l'exemple d'un aveugle-né, M. Delbœuf dit entre autres (*Formation de l'espace visuel*, in *Revue philos.*, 1877, p. 182) : « Il distinguait le son des cloches de toutes les paroisses environnantes et les désignait avec la plus grande sûreté. Le bruit le guidait avec une précision comparable à celle de la vue. Je me demande si, pour lui, les sensations de l'ouïe n'impliquaient pas la notion de l'étendue suivant les trois dimensions, et je ne sais pas sur quoi on se fonderait pour se refuser à l'admettre. J'ai vu des aveugles jouer aux barres, courir l'un après l'autre dans un jardin, éviter de fouler les plates-bandes et saisir la barre au moment d'être atteints. »

Évidemment une pareille faculté ne pourrait être attribuée au sens de l'ouïe qu'en admettant préalablement l'existence d'un organe capable de former les notions générales d'un espace à trois dimensions.

§ 25. — Observations sur le vertige visuel.

Ce n'est pas le moment de pousser plus loin la discussion des modifications que la connaissance d'un organe spécial de

l'espace doit apporter à la théorie de la vision binoculaire, et en général à l'étude des localisations de nos impressions.

Je me permettrai seulement de citer encore quelques observations qui me paraissent de nature à éclaircir davantage les rapports qui existent entre les sensations visuelles et celles que nous envoie l'organe dont nous étudions ici les fonctions.

Lorsque, après quelques mouvements de rotation autour de l'axe longitudinal de notre corps, comme par exemple en valsant, nous nous arrêtons subitement, *nous éprouvons une sensation de vertige dans lequel tout l'espace nous paraît tourner dans un autre espace imaginaire en sens opposé à la direction du mouvement de notre corps.*

Toute personne qui voudra analyser le caractère de sa sensation de vertige dans les conditions indiquées reconnaîtra facilement la parfaite exactitude de cette définition (1).

La raison en est facile à donner.

Quelle que soit la nature des troubles provoqués par la rotation de notre corps, il est évident qu'une fois les rapports normaux entre les impressions reçues par l'appareil visuel et les notions fournies par les canaux semi-circulaires, pervertis, il se produira une impossibilité passagère de mettre d'accord l'espace vu avec l'espace idéal, constamment présent à notre esprit.

Je voudrais rappeler ici une des observations nombreuses et très-instructives de M. Mach, parce qu'elle est d'une grande valeur pour la manière de voir que nous venons d'exposer, et que j'ai eu très-souvent l'occasion de la vérifier moi-même ; je dois ajouter aussi que, loin d'être une exception comme chez M. Mach, cette observation s'est toujours renouvelée chez moi pendant mes expériences sur le vertige.

Lorsqu'on exécute quelques mouvements passifs ou actifs autour de l'axe vertical de son corps et qu'on produit en même

(1) Nous laissons ici complétement de côté les deux autres vertiges produits par une pareille rotation : le vertige cérébral et le vertige tactile. Sur le premier, nous partageons en entier l'opinion de Purkinje, c'est-à-dire que nous aussi, nous en voyons la cause dans les perturbations mécaniques produites dans le cerveau lui-même. Quant au second, le lecteur n'aura pas de difficulté à reporter sur lui les explications que nous donnons ici sur le vertige visuel.

temps un phosphène, on constate que celui-ci prend part à la rotation, quand même on maintiendrait l'œil dans l'impossibilité d'exécuter un mouvement.

Dans cette expérience, l'œil étant resté immobile, le mouvement apparent du phosphène doit avoir une autre origine qu'un déplacement de la rétine.

M. Mach, tout en s'abstenant de donner une explication de ce phénomène, le décrit d'une manière très-saisissante : on dirait que « *l'espace optique est projeté sur un autre espace* » *que nous construisons à l'aide de nos sensations des mou-* » *vements* » (1).

En répétant souvent les expériences se rapportant à cette question, j'ai avant tout constaté que le mouvement des globes oculaires se produit chez moi seulement quand la rotation du corps est lente et encore uniquement à son début. Si la rotation du corps est plus rapide et exécutée plusieurs fois de suite, je peux me convaincre, en appuyant le doigt contre l'œil, que les globes oculaires restent immobiles. Si dans ces circonstances je produis chez moi un phosphène, je le vois toujours se mouvoir avec moi aussi longtemps que je suis en mouvement moi-même; quand je m'arrête brusquement, le phosphène continue un instant le même mouvement, puis exécute un déplacement en sens inverse avant de devenir immobile et de disparaître.

Contrairement à l'opinion de plusieurs auteurs (2) qui affirment que le vertige visuel s'affaiblit, sinon disparaît complétement, quand on fixe subitement les yeux sur un objet quelconque, par exemple le doigt placé à courte distance de l'œil, j'ai toujours observé le phénomène contraire. Chez moi, tous les symptômes du vertige augmentent par le fait d'une pareille fixation.

(1) Il est intéressant de constater ici jusqu'à quel point M. Mach était près de la manière d'envisager le vertige visuel que j'expose ici : on n'a, dans la dernière ligne, qu'à remplacer le mot « mouvement » par celui « d'étendue » ou de « direction », pour concilier ma comparaison avec ma théorie.

(2) M. Mach fait exception parmi ces auteurs.

Ce qui a pu induire en erreur quelques auteurs, c'est qu'au moment où nous regardons fixement le doigt, notre attention se détourne des autres objets : leur mouvement apparent ne nous frappe plus aussi distinctement, parce qu'ils se trouvent dans le champ visuel indirect.

Mais, en revanche, l'immobilisation de nos globes oculaires, en nous empêchant de rétablir l'accord normal de nos impressions, augmente encore le malaise du vertige. Il m'est plusieurs fois arrivé, pendant ces expériences, d'augmenter par une subite fixation des yeux ce vertige, jusqu'à produire des nausées et même des vomissements.

Quant à la tendance de mon corps à exécuter des mouvements involontaires, elle m'oblige, au moment où j'immobilise les yeux, de m'asseoir immédiatement; sans cela, je tomberais.

L'expérience de M. Mach citée plus haut ne me paraîtrait pas encore concluante en elle-même, si je n'avais pas eu l'occasion d'observer, encore dans d'autres conditions, un vertige visuel avec les globes oculaires immobiles.

En effet, quand on immobilise le globe avec le doigt, comme M. Mach le fait, et qu'on observe encore le mouvement du phosphène, on pourrait très-bien expliquer ce mouvement apparent par les sensations d'innervation, lors même que cette dernière n'aboutirait pas à un déplacement du globe oculaire.

M. Mach mentionne cette explication, mais pour la repousser aussitôt, tandis qu'elle me paraît absolument inattaquable. M. Breuer, qui a aussi eu l'occasion de vérifier l'observation de M. Mach, s'arrête en effet à ces sensations pour l'expliquer.

Mais où cette explication devient tout à fait inadmissible, c'est quand nous voyons les phosphènes se déplacer, lorsqu'au lieu d'immobiliser l'œil par le doigt (procédé très-incertain), nous le faisons en fixant les deux yeux sur un objet très-rapproché (1).

(1) On peut jusqu'à un certain point immobiliser les yeux, même fermés, en regardant fixement, avant de les fermer, le doigt situé près de l'œil ; avec un

Dans ce cas, il est évident que les sensations d'innervation ne nous donneront que la notion d'*immobilité* des globes oculaires.

Si donc même alors le phosphène continue à se déplacer, il est hors de doute que le vertige visuel peut se produire sans aucun concours de l'appareil moteur de l'œil, c'est-à-dire qu'il peut avoir une autre origine psychologique.

Cette manière d'envisager le vertige visuel n'est pas nouvelle. Déjà, en 1860, le célèbre astronome M. Zöllner expliquait les phénomènes de mouvement de M. Plateau et de M. Oppel, ainsi que le cas de pseudoscopie observé par lui-même, par de fausses conclusions inconscientes tout à fait indépendantes des mouvements de l'œil. Dans une réimpression de ce travail, M. Zöllner relate de nombreuses expériences sur les mêmes phénomènes pseudoscopiques, faites pendant le passage instantané d'une étincelle électrique. Dans ces conditions, des mouvements oculaires n'ont pas eu le temps de se produire : malgré cela, les phénomènes en question se présentaient avec une précision encore plus grande que lorsqu'il exécutait cette expérience pendant un éclairage continu.

§ 26. — Théorie du vertige visuel de l'auteur.

Bien d'autres considérations militent encore contre la dépendance exclusive du vertige visuel, des sensations d'innervation des muscles oculo-moteurs. Je ne veux en indiquer que quelques-unes. D'après la théorie généralement adoptée, le vertige visuel dépendrait de ce que les globes oculaires se déplacent en l'absence des sensations d'innervation habituelles.

Nous attribuerons alors le mouvement des images rétiniennes à un mouvement des objets eux-mêmes.

Cette explication est admissible pour le vertige visuel au moment de son apparition ; mais aussitôt que les sensations

certain effort on arrive, en gardant le doigt dans la même position, à conserver les yeux dans l'attitude prise. Souvent, dans ces expériences, je les maintiens fixes sur le bout de mon nez.

des contractions musculaires ont eu le temps de prendre part à la formation du jugement inconscient, l'erreur devrait immédiatement être corrigée.

En effet, les cas où l'on voit ainsi le vertige cesser sont très-fréquents; je ne veux rappeler que les personnes atteintes d'un nystagmus chronique n'ont souvent aucun vertige visuel. Même dans le nystagmus des mineurs, qui apparaît assez subitement, le vertige, quand il accompagne les accès, est un des symptômes que les malades arrivent à maîtriser le plus vite.

Je veux encore citer deux exemples de vertige, dans lesquels les mouvements des muscles du globe oculaire servent tantôt à en diminuer, tantôt à en augmenter l'effet.

C'est un fait connu que le vertige produit par l'intoxication alcoolique augmente quand on ferme les yeux, et qu'au contraire l'occlusion des paupières diminue le vertige qui accompagne le mal de mer.

Dans ces deux cas de vertige, on éprouve la sensation de rotation du cerveau ainsi que la sensation du mouvement des objets qui paraissent tourner autour de nous. L'effet contraire produit par l'occlusion des yeux s'explique de la manière suivante : L'homme ivre, aussi longtemps qu'il a les yeux ouverts, peut lutter contre son vertige en regardant fixement autour de lui des objets qui, en réalité, *sont immobiles :* les sensations d'innervation musculaire sont, dans ce cas, un puissant correctif de son vertige.

Chez une personne atteinte du mal de mer, les yeux ouverts n'ont devant eux que des *objets mobiles* changeant continuellement de position : les sensations d'innervation musculaire ajouteront donc au trouble de ses perceptions, parce qu'elle n'a aucun moyen de déterminer la direction de la verticale.

Dans le mal de mer, le vertige est ainsi produit par deux causes, premièrement par le mouvement continuel des objets dans le champ visuel et par les déplacements que subit le cerveau du malade.

Supposons qu'un homme disposé au vertige se trouve sur

un navire dans une position dans laquelle les mouvements du navire ne l'atteignent pas; il serait pris néanmoins du vertige en regardant autour de lui les objets qui se trouvent dans un mouvement continuel, comme nous éprouvons du vertige en regardant d'un pont très-bas l'eau couler avec une grande vitesse. Aussi bien dans ce cas que pendant le mal de mer, on élimine une des causes du vertige en fermant les yeux.

Par contre, le vertige produit par la rotation du corps augmente lorsqu'on ferme les yeux, et même, comme nous l'avons déjà dit, lorsqu'on les fixe subitement sur un objet situé tout près de soi, parce qu'ici les sensations d'innervation, loin d'augmenter le vertige, servent, au contraire, à le combattre.

De même, un malade atteint du vertige par une cause centrale, par exemple une affection du cervelet, se trouve d'habitude plus à son aise quand il a les yeux ouverts. Mais qu'on le place par exemple à Laufen, au-dessus de la chute du Rhin, et immédiatement son vertige augmentera considérablement, s'il ne ferme pas les yeux ou s'il ne les fixe pas sur un objet immobile quelconque (1).

Les exemples multiples que nous venons de citer ont eu pour objet de démontrer que le vertige visuel est loin d'avoir pour cause unique les troubles des innervations des muscles oculaires.

L'illusion d'un mouvement apparent doit se produire toutes les fois qu'il y a désaccord entre notre perception et notre représentation de l'espace idéal. Que ce désaccord soit produit par un nystagmus subit, par des mouvements passifs des globes oculaires, au début des paralysies des muscles bulbaires, par des perturbations mécaniques dans le cerveau (comme pendant la rotation prolongée de notre corps autour de son axe longitudinal), ou enfin par des lésions des canaux semi-circulaires, le

(1) Dans ma *Monographie sur l'ataxie locomotrice* (p. 28), j'ai déjà insisté sur ces différences.

résultat sera toujours le même : nous verrons du mouvement là où en réalité il n'y a que le repos.

Quand le vertige produit par ce désaccord atteindra un degré supérieur, nous en subirons toutes les conséquences, comme les nausées, les vomissements, l'impossibilité de maintenir l'équilibre, la tendance aux mouvements involontaires, etc.

Pour rendre bien claire ma manière d'envisager le mécanisme du vertige, je me servirai de l'image suivante qui, tout en étant un peu grossière, comparée à la finesse remarquable des fonctions nerveuses qui nous occupent, pourra pourtant le mieux faire saisir mon idée.

Supposons un système de coordonnées représentant les trois dimensions de l'espace... Sur ce système, nous transportons un dessin qui représente l'espace vu, c'est-à-dire l'image de notre champ visuel. Chaque fois que ce dessin changera sa position par rapport à ce système de coordonnées, nous éprouverons la sensation du mouvement ; que ce changement soit produit par un véritable mouvement de l'espace extérieur ou seulement par un mouvement passif de la rétine, l'effet sera le même : nous verrons les objets se mouvoir. Quand le mouvement de la rétine est produit par les contractions musculaires volontaires, les sensations d'innervation de ces muscles nous préservent d'une illusion, en nous avertissant que le déplacement du dessin est produit par nous-même.

Il est évident que les mêmes sensations du mouvement doivent se produire quand c'est le système de coordonnées qui change sa position par rapport à l'image. Ici aussi les sensations d'innervation peuvent corriger notre jugement et nous préserver des illusions, mais dans un degré bien inférieur.

Dans les cas qui nous intéressent, ce déplacement du système des coordonnées peut se produire tantôt par les perturbations du cerveau entier (vertige par rotation), tantôt par les perturbations dans les sensations des canaux semi-circulaires à l'aide desquelles se construit le système des coordonnées.

On comprendra sans aucune difficulté que dans ce dernier cas les sensations du vertige ou du mouvement illusoire seront

bien plus violentes que dans les autres cas. En outre, elles seront plus persistantes, parce qu'elles continueront jusqu'à ce que cesseront les excitations extérieures qui les produisent. Les mouvements des globes oculaires seraient à peine capables de diminuer les symptômes du vertige. Il est aussi facile de se rendre compte des changements des directions dans le mouvement apparent pendant les différentes phases du vertige.

Tous les auteurs qui ont expérimenté sur les canaux semi-circulaires ont eu occasion de faire une observation qui est pleine d'intérêt, pour la théorie du vertige visuel, telle que je viens de la développer.

Aussitôt que le pigeon, après la section des canaux semi-circulaires parvient à pouvoir marcher sans difficulté, il va se réfugier dans quelque coin obscur et y reste immobile, à moins qu'une cause étrangère ne le force à abandonner sa retraite.

De prime abord on pourrait supposer que l'animal, dont la faculté de se maintenir en équilibre est profondément troublée, ne cherche qu'un point d'appui contre le mur. Il est facile de se convaincre que tel n'est pas le cas ; au lieu de s'appuyer contre le mur, le pigeon se contente de diriger la tête vers le coin obscur et de rester dans cette position. Si une chambre plus sombre est voisine de celle dans laquelle l'opération a été faite, on peut être sûr que le pigeon préférera s'y installer.

Même quand l'opération n'a porté que sur deux canaux, surtout quand ces canaux ne sont pas symétriques et que la section des canaux membraneux a été exécutée avec beaucoup de soin, on voit le pigeon courir en trébuchant vers un coin obscur aussitôt qu'on lui a rendu la liberté.

La même prédilection se manifeste chez les lapins ayant les canaux sectionnés, aussitôt qu'ils ont repris la faculté de changer de place. Souvent même on trouve les lapins dans un coin sombre, et ayant en outre les yeux fermés.

Quand, aussitôt après avoir pratiqué une opération sur les canaux, on ferme aux pigeons les yeux à l'aide d'un petit

bonnet, ils restent sur place immobiles, ou s'ils se déplacent, on ne leur voit pas la moindre tendance à chercher un coin ou l'appui d'un mur.

Il est facile de se rendre compte de cette crainte de la lumière dans les cas très-rares où l'opération a provoqué chez le pigeon un nystagmus, ou de fortes oscillations de la tête; dans ce cas, le vertige visuel qui pousse le pigeon à rechercher l'obscurité est produit par les mouvements imprimés à la rétine.

Mais le même symptôme de vertige visuel se présente aussi là où il n'existe pas le moindre mouvement, soit du globe oculaire, soit de la tête.

Dans ce cas, le vertige ne peut être produit que par le désaccord entre l'espace vu et l'espace formé par les sensations dues aux canaux semi-circulaires. Ces dernières sont profondément altérées à la suite de l'opération : les animaux, supposant que la cause de ce désaccord se trouve dans leur champ visuel, cherchent à s'y soustraire en se mettant dans l'obscurité.

Voici encore un autre exemple qui démontre jusqu'à quel point les désordres dans la locomotion qu'on observe après la section des canaux semi-circulaires sont intimement liés à des fausses représentations sur l'espace, ou, pour mieux dire, à un désaccord entre l'espace vu et l'espace formé à l'aide des sensations provenant de ces canaux.

Tous les observateurs ont pu constater cet étrange phénomène que les pigeons ayant les canaux lésés (surtout quand l'opération a porté sur les verticaux postérieurs seuls, ou en même temps sur une autre paire) ne peuvent souvent conserver leur équilibre que quand ils renversent complétement la position de la tête, c'est-à-dire quand leur tête est placée de manière que le bec est dirigé en haut et l'occiput en bas. Dans cette position, l'œil droit se trouve à gauche, l'œil gauche à droite, les parties supérieures de la rétine deviennent les parties inférieures, etc.

Aussitôt que le pigeon arrive à être un peu maître de ses mouvements, il choisit cette attitude qu'il garde aussi longtemps

qu'une impulsion de dehors ne le force pas de l'abandonner. Il suffit de lui remettre la tête dans l'attitude normale pour, immédiatement, provoquer un accès de mouvements involontaires.

On dirait que par la position renversée de la tête le pigeon parvient à rétablir, en partie, l'accord entre les deux espaces, et à maîtriser ainsi son vertige.

§ 27. — Position de la tête.

Dans notre premier mémoire, nous avons déjà insisté sur l'importance qu'a la position de la tête pour le maintien de l'équilibre.

D'accord sur ce point avec M. Goltz, je regardais alors les troubles de la coordination qu'on observe chez les pigeons, après la section des canaux semi-circulaires, comme étant provoqués par les attitudes anormales de la tête. La perte de l'équilibre du corps n'était donc, pour moi comme pour M. Goltz, qu'une conséquence indirecte de la lésion des canaux.

L'insuffisance de cette manière de voir aurait dû me frapper déjà au moment où je rédigeais mon premier mémoire. A cette époque déjà, j'ai pu en effet observer chez les grenouilles les mouvements les plus violents et les plus divers du corps tout entier, se manifestant pendant que la tête ne subissait qu'une légère déviation, toujours la même, quel que fût le canal lésé.

J'aurais d'autant plus dû remarquer que la présence des mouvements de la tête n'est pas d'une nécessité absolue pour provoquer la perte de l'équilibre, que déjà dans mon premier mémoire, j'ai plusieurs fois insisté sur le rôle que jouent, par rapport au maintien de l'équilibre, les fausses représentations de la disposition des objets dans le champ visuel.

Ce n'est pourtant qu'après avoir, pour la première fois, observé chez le pigeon les troubles de l'équibre les plus prononcés *sans la moindre oscillation de la tête*, que je suis revenu de ma première manière de voir.

Les observations sur le nystagmus provoqué chez les lapins par l'excitation des canaux semi-circulaires m'ont enfin permis de me rendre compte du véritable mécanisme des désordres de la locomotion : *si les oscillations de la tête jouent un rôle dans la production de ces désordres, ce n'est en tant qu'elles augmentent encore le vertige visuel.*

Les pigeons peuvent présenter les symptômes d'une perte d'équilibre, même étant libres de ces oscillations, vu que le vertige, quoique dans un degré moindre, apparaît chez eux aussi par suite des perturbations dans la notion de l'espace idéal.

Il m'est arrivé deux ou trois fois d'observer chez les pigeons un violent nystagmus sans aucune oscillation de la tête et accompagné de troubles considérables dans la locomotion. Ici le vertige devait évidemment être plus violent, puisque le pigeon était hors d'état de corriger par les mouvements de ses yeux les fausses représentations sur l'espace vu.

Pourtant, dans ces cas comme dans tous ceux où les oscillations de la tête manquent, les troubles des mouvements se bornent à des difficultés de maintenir l'équilibre et de marcher ; jamais on n'observe chez eux les violents mouvements de rotation et de culbute dont nous sommes habituellement témoins chez les pigeons ayant les canaux lésés ; la violence de leur vertige est donc moindre.

En un mot, dans les cas où il y a immobilité de la tête, le vertige est encore produit par les troubles dans les sensations de l'espace. Ce vertige est plus intense quand il s'y ajoute un vertige visuel produit par les oscillations de la tête ou des yeux.

Il ressort de l'ensemble des observations sur les lésions des canaux semi-circulaires chez les différents animaux, encore un autre fait que je regarde comme des plus importants pour ma théorie de leurs fonctions.

Par l'exposé des expériences, le lecteur a pu se convaincre que chez divers animaux les suites de ces lésions diffèrent sensiblement : chez les pigeons, les troubles se concentrent principalement dans les muscles de la tête ; chez la grenouille, c'est presque exclusivement le tronc qui est atteint, tandis que chez

le lapin ce sont surtout les muscles du globe oculaire qui sont pris.

Or, l'excessive mobilité de la tête des pigeons leur sert, à l'état normal, comme moyen principal d'orientation ; l'appareil moteur des yeux est très-peu développé chez eux.

Les grenouilles, grâce à la presque immobilité de leur tête et à la situation particulière de leurs yeux, s'orientent par le déplacement du corps entier.

Les lapins, par contre, ayant un appareil moteur de l'œil très-complet, peuvent parfaitement s'orienter à l'aide des mouvements des globes oculaires.

Nous constatons donc ce phénomène remarquable, que les troubles que produisent les opérations pratiquées sur les canaux semi-circulaires portent principalement sur les groupes des *muscles dont les animaux se servent de préférence pour s'orienter dans l'espace*.

Chez le lapin, on peut en outre constater que, quand le corps et la tête sont laissés libres, les oscillations des yeux deviennent de beaucoup moins violentes (1). Il suffit d'immobiliser leur tête pour que les oscillations des globes oculaires reprennent avec une violence excessive.

On peut faire la même remarque chez les pigeons, dans les cas, d'ailleurs rares, où le nystagmus apparaît après la lésion des canaux. Il est prononcé surtout quand la tête est fixée, et il s'affaiblit souvent jusqu'à disparaître complétement quand on rend la liberté à la tête.

Inutile d'insister encore davantage sur l'appui que les observations communiquées en dernier lieu prêtent à ma manière d'envisager les fonctions des canaux semi-circulaires.

§ 28. — Explication des phénomènes de Flourens.

Nous devons maintenant discuter encore une question de grande importance, celle du rapport entre les divers troubles

(1) M. Exner a constaté un fait analogue dans un cas de maladie de Ménière chez un lapin.

de locomotion qu'on observe et la section des canaux semi-circulaires.

L'exposé de nos vues sur la fonction de ces organes indique clairement que nous regardons la perte de l'équilibre comme une conséquence du trouble psychique dans la notion de l'espace, produit par la lésion de ces canaux.

Il est moins facile d'établir, lesquels des mouvements involontaires sont dus à une forte excitation, lesquels à une paralysie des canaux ; le plus souvent ces deux phénomènes agissent simultanément. Sur ce point, je me suis d'ailleurs expliqué d'une manière détaillée dans mon premier travail ; je crois donc inutile d'y revenir plus au long dans ce moment.

Je rappellerai seulement que la plupart des mouvements involontaires qu'on observe aussitôt après la section des canaux est due à une forte excitation des terminaisons nerveuses. Ces excitations produisent un vertige violent qui se manifeste dans la tendance de l'animal à exécuter des mouvements involontaires.

Chacun de nous a eu occasion de constater sur lui-même comment cette tendance est souvent irrésistible. M. Helmholtz raconte que, se trouvant à Laufen dans un endroit où il n'avait devant lui que le courant violent de la chute du Rhin, il éprouvait une tendance à tomber *à la renverse*. Au même endroit, j'ai éprouvé une sensation analogue. Si au contraire je me trouve à une grande hauteur et que je ne voie devant moi qu'un gouffre béant, mais *immobile*, l'impulsion pour tomber *en avant* est si forte, que je suis obligé de quitter immédiatement l'endroit dangereux (1).

Nous pouvons donc parfaitement admettre qu'un vertige intense produit par la lésion des canaux amène l'animal à exécuter des mouvements involontaires.

Le caractère un peu étrange de ces mouvements chez le pigeon ne doit pas trop nous surprendre. Les culbutes sont des

(1) Je crois qu'une partie des soi-disant suicides arrivés à la suite de chutes du haut des tours ou des colonnes est due à des vertiges pareils.

mouvements qu'on apprend très-facilement aux pigeons ; il suffit de se rappeler les pigeons culbuteurs, qui exécutent ces mouvements même à l'état normal.

D'un autre côté, nous n'avons qu'à nous rappeler l'impulsion irrésistible à la culbute que nous éprouvons, quand nous nous mettons sur la tête ayant les pieds en l'air, pour pouvoir nous rendre compte pourquoi un pigeon une fois amené à se mettre verticalement sur la tête ou sur la queue éprouve une tendance à culbuter.

Il y a pourtant un côté de cette question que je voudrais discuter ici, parce qu'il nous amène à un point de vue tout nouveau sur le caractère général de tous ces troubles de la locomotion. Tous les observateurs ont été frappés de la violence excessive des mouvements produits par la section des canaux. On n'a qu'à essayer de s'opposer à ces mouvements pour apprécier leur force extraordinaire.

Même chez le pigeon on a souvent bien de la peine à retenir les mouvements, surtout quand tous les canaux semi-circulaires ont été détruits.

Flourens, avec cette finesse d'observation qui lui était propre, a été amené par la violence de ces mouvements à la conclusion que « dans les canaux semi-circulaires... résident les forces modératrices des mouvements » (*loc. cit.*, p. 501).

Cette conclusion, qui, à l'état des connaissances physiologiques à cette époque, ne pouvait pas être plus approfondie, contient le germe de la vérité ; tâchons de l'établir.

Dans les mouvements que nous exécutons, la force de l'innervation de chaque muscle participant à ce mouvement est d'une importance capitale.

La force de la contraction musculaire dépendant directement de la force d'innervation, on comprend aisément que dans la plupart des mouvements combinés, c'est cette dernière force qui en détermine le caractère et le but.

La distribution ou, pour mieux dire, la graduation de la force d'innervation décide seule quel groupe de muscles produira le mouvement principal, quel autre ne servira qu'à fixer

d'autres parties du corps ou modérera par le jeu des antagonistes le mouvement projeté, etc.

Cette graduation troublée, tout mouvement combiné devient aussi impossible que si, à la place des muscles qui devaient entrer en contraction, c'étaient d'autres qui dussent se contracter.

Déjà, il y a dix ans, j'ai insisté plusieurs fois sur la nécessité de déterminer dans chaque cas d'ataxie musculaire si l'incoordination des mouvements dépend de ce que d'autres muscles que ceux qui devaient participer au mouvement projeté entrent en contraction, ou si ce n'est que la graduation de la force d'innervation qui est troublée. (C'est même à cette occasion que j'ai cru devoir faire ressortir que le mot ataxie ne devrait être appliqué qu'au premier genre des troubles locomoteurs qui se présente, par exemple, dans la chorée, tandis que les défauts de graduation dans l'innervation, qu'on observe par exemple dans le *tabes dorsalis*, devraient en être strictement exclus.)

En étudiant soigneusement les mouvements des animaux ayant les canaux semi-circulaires coupés, on constate facilement que leurs troubles de locomotion tiennent en grande partie à des innervations excessives des muscles.

Tous les muscles qui doivent prendre part à un mouvement projeté se contractent avec le maximum d'intensité. Le résultat de la contraction est par conséquent exagéré et même souvent tout opposé au but projeté.

L'impossibilité de maintenir l'équilibre après la section des canaux semi-circulaires est en grande partie due à cette perturbation de l'innervation.

La difficulté de s'orienter aussitôt après l'opération et le vertige visuel lui-même ne peuvent pas expliquer cette folie musculaire qu'on observe après l'ablation de tous les canaux.

Même en mettant une partie de ces mouvements sur le compte de l'excitation réflexe produite par la lésion des canaux, on ne comprendrait pas le caractère de violence excessive de ces mouvements, à moins de supposer que le régulateur de la force d'innervation est lui-même mis hors d'action.

Cette exagération dans les contractions est tellement frappante que plusieurs auteurs qui se sont occupés des lésions des canaux semi-circulaires, n'ayant en vue que ce fait, en ont conclu que les canaux règlent la sensibilité musculaire, et que c'est la perte de cette sensibilité qui provoque les troubles de la locomotion (M. Bornhardt et d'autres).

Je ne veux citer ici qu'un seul phénomène qu'on observe chez les pigeons, presque toujours dans le cas de section des canaux semi-circulaires. Il s'agit de la flexion des jambes. Ce phénomène persiste souvent bien longtemps après la disparition de toute autre conséquence de l'opération.

En étudiant attentivement la marche d'un pigeon dans ces conditions, on croit à première vue que la jambe est cassée. Et cette impression est souvent si nette, qu'on est obligé de se convaincre par un examen spécial que tel n'est pas le cas.

D'habitude ce phénomène ne se présente que d'un seul côté. Il rappelle de très-près la marche caractéristique des atactiques. Ici nous n'avons affaire qu'à une innervation excessive des muscles mis en mouvement, le défaut d'orientation et l'excitation réflexe étant évidemment exclus. La violence des mouvements des globes oculaires de la tête et du corps entier doit ainsi être attribuée à l'absence du pouvoir régulateur de leur innervation.

Comme cette absence coïncide avec les lésions des canaux semi-circulaires, on doit en conclure que les *centres nerveux auxquels aboutissent les sensations transmises par ces canaux interviennent d'une manière quelconque dans la distribution de la force d'innervation.*

A priori, une telle participation de ces centres à la régularisation de la force d'innervation est de plus justifiée. Il est en effet évident que la force d'innervation doit se régler, avant tout, d'après l'intensité du mouvement projeté, c'est-à-dire d'après l'intensité du déplacement projeté d'une partie de notre corps par rapport au monde extérieur.

Pour combiner un tel déplacement, l'exacte appréciation des distances est de première nécessité. L'organe où se concentrent

toutes les notions sur l'espace et sur la position de notre corps dans l'espace extérieur est donc le plus à même de se charger de cette combinaison.

En résumé, les troubles qui se manifestent après les lésions des canaux semi-circulaires sont dus :

a. A un vertige visuel produit par le désaccord entre l'espace vu et l'espace idéal ;

b. Aux fausses notions qui en résultent sur la position de notre corps dans l'espace ;

c. Aux désordres dans la distribution de la force d'innervation aux muscles.

§ 29. — L'excitant normal des canaux semi-circulaires.

Il nous reste à traiter encore une question très-délicate et dont la solution n'est pas sans présenter quelques difficultés. Étant admis que les canaux semi-circulaires sont les organes périphériques du sens de l'espace, quel est l'excitant normal qui agit sur les terminaisons périphériques des nerfs se distribuant dans ces canaux, et qui provoque des sensations qui servent à la construction de la notion de l'espace ?

Avant d'aborder cette question, il me faut répondre à une objection *à priori* qui se présente contre notre manière d'envisager les fonctions des canaux semi-circulaires.

Nous sommes habitués, chaque fois qu'il s'agit d'un organe des sens, de rechercher quel est l'agent réel du monde extérieur qui, agissant sur la partie périphérique de cet organe, provoque chez nous les sensations qui, perçues par notre intelligence, nous servent à former le jugement sur les propriétés de cet agent extérieur. Or, quel peut être l'agent extérieur agissant sur les nerfs d'un canal membraneux qui peut nous amener à la représentation d'un espace à trois dimensions ? Nous verrons tout de suite qu'il n'est pas impossible de donner à cette question une réponse assez satisfaisante.

Mais je tiens à constater auparavant que même, si nous étions incapables de donner une pareille réponse, ceci ne prouverait

encore rien contre la justesse de notre théorie des fonctions des canaux semi-circulaires.

En effet y a-t-il longtemps que nous avons des notions scientifiques sur la nature des excitants qui provoquent nos perceptions des couleurs ou des sons?

Et encore à présent savons-nous quelque chose sur les propriétés des matières qui produisent nos sensations du goût et de l'odorat?

Cette ignorance nous autorise-t-elle à contester l'existence des organes destinés à ces sensations?

Mais, comme je l'ai dit, nous pouvons nous faire une idée très-satisfaisante de la manière dont sont excitées les terminaisons nerveuses dans les ampoules et peut-être même dans les canaux membraneux.

L'hypothèse de M. Goltz, dans la forme plus scientifique que lui a donnée M. Mach, aurait pu nous rendre parfaitement compte de la cause excitante.

Chaque *mouvement* de la tête, produisant des tendances au mouvement dans l'endolymphe, exciterait les terminaisons des ampoules nerveuses. Cette hypothèse aurait pu encore mieux s'adapter à notre manière d'envisager les canaux semi-circulaires comme des organes de l'espace qu'à celle de M. Mach.

En effet, étant donné que l'excitation de ces canaux doit nous procurer des représentations sur l'espace, les sensations provoquées par les changements de position de la tête par rapport à l'espace extérieur pourraient très-bien servir à la formation de cette représentation. Aussi n'est-ce qu'à regret que j'ai dû renoncer à l'hypothèse de MM. Goltz et Mach, en vue du résultat des expériences mentionnées plus haut; ce résultat prouvant que même des changements assez notables de pression dans les canaux membraneux ne produisent aucun des phénomènes de Flourens.

Mais la nécessité d'abandonner l'hypothèse de M. Goltz est loin de nous ôter tout moyen de rattacher les excitations des canaux membraneux aux déplacements de la tête; il suffit de

fixer l'attention par la structure des terminaisons nerveuses dans les ampoules et dans les canaux semi-circulaires pour trouver plusieurs conditions favorables à leur excitation mécanique.

Comme de raison, la première est donnée par les otolithes contenus non-seulement dans les saccules, mais aussi dans les ampoules et même dans les canaux. Chaque déplacement de la tête, soit actif, soit passif, doit produire un ébranlement de ces otolithes, qui amènera une excitation mécanique des terminaisons nerveuses.

Il n'est pas impossible qu'outre ces otolithes d'autres parties encore prennent part à l'excitation qui conduit aux sensations de l'espace. En effet, les nombreuses cellules épithéliales qu'on trouve dans ces canaux, et qui ont une structure et une disposition si étranges, par rapport aux terminaisons nerveuses, peuvent très-bien, lorsqu'elles sont ébranlées, communiquer une excitation aux fibres nerveuses qui oscillent dans le liquide.

La cause de cet ébranlement peut être fournie, en dehors des déplacements de la tête, par les ondes qui se propagent dans l'endolymphe remplissant les canaux membraneux.

Non-seulement les ondes sonores de l'air, c'est-à-dire celles dont le nombre par seconde est suffisant pour produire des sensations auditives, mais toutes les autres, aussi bien celles qui se trouvent au-dessus qu'au-dessous de l'audibilité, étant communiquées à l'endolymphe, peuvent produire un déplacement des otolithes ou des cellules épithéliales dont il a été question.

La faculté de reconnaître la direction du son, faculté si développée chez l'homme à l'état sauvage et chez quelques animaux, serait peut-être aussi en rapport avec la fonction de la huitième paire, que nous venons d'établir.

Nos connaissances anatomiques sur les parties en question sont, malgré leur variété, encore trop incomplètes pour qu'on puisse pénétrer plus avant dans le mécanisme de l'excitation des terminaisons nerveuses. Ainsi il serait, par exemple, important de connaître le poids spécifique des otolithes, par rapport

à celui de l'endolymphe, pour pouvoir bien préciser les conditions dans lesquelles un otolithe peut entrer en vibration.

Il se pourrait même que le mouvement de l'otolithe dans l'utriculus ou le succulus communiquât une série de secousses aux fibres nerveuses, tantôt d'un canal membraneux, tantôt d'un autre, selon la position que prend ce canal membraneux par le déplacement de la tête.

Je ne veux pas me laisser entraîner plus loin dans des hypothèses sur le mécanisme intime de l'excitation des canaux. Mais ce qui précède suffit pour indiquer que nous ne rencontrons aucune difficulté insurmontable en voulant trouver une cause d'excitation.

Quant à la nature de la sensation que cette excitation provoque, il est évident, du moment qu'il s'agit d'une sensation inconsciente, que nous ne pouvons l'indiquer avec quelque certitude. Nous nous trouvons ici dans le même cas que pour toutes les autres sensations inconscientes, comme par exemple pour les sensations d'innervation.

Il faut pourtant toujours garder en vue que les sensations ne sont pour notre intelligence que des signes distincts à l'aide desquels nous formons nos représentations.

Pour que les sensations provoquées par l'excitation des canaux semi-circulaires puissent servir à la formation de nos notions de l'espace, il n'est nullement nécessaire que la nature de ces sensations contienne déjà en elle-même l'idée d'une étendue.

Cependant nous pouvons formuler sur la nature de la sensation inconsciente à laquelle donne lieu l'excitation d'un canal membraneux, des suppositions qui, outre une grande probabilité, ont encore l'immense avantage qu'elles nous permettent de comprendre en partie, comment ces sensations peuvent servir à la formation des notions sur un espace à trois dimensions.

Nous avons déjà indiqué plus haut la disposition anatomique des terminaisons nerveuses dans des plans perpendiculaires l'un à l'autre, comme favorisant considérablement le fonctionnement des canaux semi-circulaires.

En effet, nous pouvons très-bien nous représenter que *l'excitation des terminaisons nerveuses d'un canal membraneux produit des sensations d'étendue* (Empfindung einer räumlichen Ausdehnung) *dans un plan perpendiculaire aux plans des deux autres canaux.*

Quelle que soit la nature de l'excitant qui met en activité la fibre nerveuse du nerf optique, la sensation résultant de cette activité serait toujours une sensation lumineuse. La même chose doit avoir lieu dans les sensations des organes qui font l'objet de notre étude. Quel que soit l'excitant qui fait fonctionner les fibres nerveuses distribuées dans les canaux membraneux, le résultat de leur excitation sera toujours une sensation d'étendue dans un plan perpendiculaire aux plans d'étendue des deux autres canaux.

Les excitations des trois canaux nous donnent de cette manière des sensations d'étendue *dans trois plans perpendiculaires l'un à l'autre, et ces sensations inconscientes servent à la formation de la représentation d'un espace à trois dimensions.*

Chaque physiologiste avouera que dans aucun autre sens nous n'avons une pareille facilité de déduire la formation de la représentation de la nature des sensations.

Voici encore un point sur lequel je désire attirer l'attention, et qui ne plaide pas moins éloquemment en faveur de notre thèse. Nous avons vu plus haut que des relations des plus intimes existent entre les canaux semi-circulaires, l'appareil moteur de l'œil et les centres d'innervation de tous les muscles de notre corps. Les observations les plus diverses ont toutes d'une manière irréfutable établi ces relations.

Nous n'avons pas insisté dans ce travail sur les nombreuses recherches faites par MM. Nagel, Skrebitzky, Aubert et d'autres sur les mouvements des globes oculaires qui suivent les différentes inclinaisons de la tête, et les variations dans le jugement sur la position de la verticale qui résultent de ces mouvements.

Mais après les observations sur les relations entre les canaux semi-circulaires et les centres d'innervation des muscles des yeux, on peut à peine douter que le mécanisme par lequel les

globes oculaires suivent les changements d'attitude de la tête ne soit donné par les relations indiquées.

Notre hypothèse que les déplacements de la tête donnent la première impulsion à l'excitation des terminaisons nerveuses dans les canaux trouve ainsi un nouvel appui.

Nous voyons ainsi que les organes qui nous servent à discerner la disposition des objets dans l'espace, ainsi qu'à déterminer les rapports de notre corps avec ces objets, doivent être en rapport fonctionnel avec l'organe auquel nous attribuons comme fonction la formation de nos notions sur l'espace.

§ 30. — Rapports entre les canaux semi-circulaires et le sens de l'ouïe.

Après avoir démontré que la section des canaux semi-circulaires ne détruit pas l'ouïe chez le Pigeon, Flourens est arrivé à la conclusion que ces canaux ne servent pas à l'audition, et que, par conséquent, les nerfs qui s'y rendent ne peuvent pas être regardés comme des nerfs auditifs. Flourens a même proposé de diviser la huitième paire en deux nerfs distincts indépendants l'un de l'autre.

Les affirmations de Flourens, quoique étant trop absolues, contiennent néanmoins les germes de la vérité.

Comme beaucoup d'autres auteurs qui ont travaillé sur les canaux semi-circulaires, Flourens est tombé dans l'erreur, de regarder la section des canaux membraneux comme équivalente à *leur paralysie*. La persistance de l'ouïe, après cette section, lui a donc paru comme une preuve de ce que ces canaux ne jouent aucun rôle dans l'audition.

Or, il est évident que la section d'un canal membraneux ne peut, en aucune façon, être comparée à la section d'un nerf, et rien n'autorise à croire qu'après une pareille section, les fonctions du canal soient complétement supprimées. La disparition immédiate des troubles moteurs, lorsqu'un seul canal est sectionné, ainsi que le rétablissement des pigeons, même après la section des deux canaux, indiquent qu'au contraire le fonctionnement des canaux peut persister encore après leur section.

Ceci se comprend : vu la disposition des éléments anatomiques dans ces canaux, la section ne peut que troubler leurs fonctions ou en détruire une partie, celle, par exemple, qui dépend des terminaisons nerveuses séparées, par la section, du tronc nerveux.

Il s'ensuit donc que pour déterminer si l'ouïe persiste après l'ablation des canaux semi-circulaires, il ne suffit pas de les sectionner; il faut les détruire complétement. Ce que j'ai fait plusieurs fois, en retirant les canaux membraneux avec les ampoules par les ouvertures faites dans les canaux osseux.

Les pigeons ainsi opérés, une fois qu'ils se sont calmés, montrent des réactions très-vives contre tous les bruits.

La présence de ces canaux n'est donc pas nécessaire pour la persistance de l'ouïe. Leur fonctionnement comme organes périphériques du sens de l'espace étant en outre établi, il est nécessaire de distinguer dans la huitième paire deux nerfs ayant deux fonctions physiologiques parfaitement distinctes.

Toutefois la proposition de Flourens d'ajouter ainsi une treizième paire de nerfs crâniens ne me paraît pas admissible, vu que, parmi les autres paires, nous avons aussi des réunions de nerfs ayant les fonctions les plus diverses.

Il suffirait de renoncer à appeler la huitième paire le nerf acoustique, et de lui substituer la désignation de nerf vestibulo-cochléaire.

A partir du point où le nerf se divise, on peut attribuer à chacune de ses deux branches une dénomination physiologique : celle de « *nerf auditif* ou *acoustique* » à la branche qui se rend au limaçon, et celle de « *nerf d'espace* » ou d'orientation à la branche qui se distribue dans les canaux et leurs ampoules.

Cette division de la huitième paire en deux nerfs distincts est loin d'être basée uniquement sur des considérations physiologiques; au contraire, bien avant que les fonctions des canaux semi-circulaires aient été reconnues, les anatomistes attribuaient à la huitième paire deux origines différentes, comme également deux genres de fibres distincts.

C'est surtout le professeur Stieda, de Dorpat, qui a décrit avec

beaucoup de détails cette double origine de la huitième paire. Une de ses racines prend son origine dans un noyau de petites cellules ganglionnaires situé au plancher du quatrième ventricule. La seconde racine, composée de cylindres-axes, les plus forts qu'on rencontre dans le corps, a son origine dans un noyau de grandes cellules situé dans les pédoncules cérébelleux. Cette dernière racine porte, à l'instar des racines postérieures de la moelle, un petit ganglion aussitôt après sa sortie de la moelle.

Réunies, ces deux racines forment la huitième paire; elle se divise de nouveau dans le conduit auditif interne en deux branches : la branche vestibulaire et la branche cochléaire ou limacienne (1).

D'après ma manière de voir, ce n'est que cette dernière branche qui sert à l'audition; la première préside à l'orientation du corps dans l'espace chez les animaux, ainsi qu'à la formation des notions de l'espace chez l'homme.

Jusqu'à présent les zoologistes ont eu l'habitude de décrire comme organe de l'audition tout organe terminal d'un nerf correspondant à la huitième paire. Je ne connais pourtant aucune observation (2) qui démontre la faculté auditive chez des animaux inférieurs.

Ils ne réagissent d'habitude contre aucun bruit; un organe auditif serait d'ailleurs pour ces animaux d'une utilité très-problématique.

Par contre, un organe d'orientation serait de première nécessité pour tous les animaux capables de se déplacer; et si nous étudions la structure des organes appelés auditifs en descendant dans l'échelle des animaux, nous pouvons constater que c'est le limaçon qui disparaît le premier, tandis que les

(1) Pour plus amples détails anatomiques, voyez le travail de M. Stieda.

(2) L'observation de M. Hensen sur les Crustacés me paraît bien peu concluante pour les facultés auditives de ces animaux; il ne serait pas difficile de produire à l'aide des vibrations de l'air des oscillations de toute autre fibre nerveuse, sans que ces oscillations indiquent un rapport quelconque de ces fibres avec l'audition.

canaux semi-circulaires, et surtout les saccules, persistent encore.

§ 31. — Expériences sur les canaux des Lamproies.

A ce point de vue, il m'a paru intéressant d'étudier l'organe auditif des Lamproies. Ces animaux, qui occupent avec les Myxinoïdes la dernière échelle de la classe des Vertébrés, n'ont, comme on sait, pour organe auditif qu'un saccule avec *deux* canaux semi-circulaires.

La disposition anatomique de cet organe est très-défavorable pour un organe acoustique : en effet, le saccule, avec les canaux, est enfermé dans une petite caisse cartilagineuse, *n'ayant qu'une seule ouverture pour l'entrée du nerf, et recouverte d'une forte couche musculaire.*

On voit qu'il est difficile de trouver des conditions plus défavorables, pour la propagation des sons aux terminaisons nerveuses, que celles que je viens d'indiquer. En effet, il m'a été impossible de provoquer chez les lamproies la moindre réaction contre les bruits.

Très-sensibles aux rayons lumineux, elles s'enfuient aussitôt qu'une lumière vive frappe leurs yeux ; par contre, les bruits les plus forts sont incapables de les faire changer de place.

J'ai gardé les lamproies dans le même aquarium avec des grenouilles, et la différence dans la réaction de ces animaux contre les bruits était frappante au plus haut degré ; il suffisait d'ouvrir la porte de la chambre dans laquelle se trouvait l'aquarium, pour voir les grenouilles s'enfuir dans toutes les directions, tandis que les lamproies restaient immobiles et attachées par leurs ventouses.

Pour vérifier ma manière d'envisager les fonctions des canaux semi-circulaires, je les ai détruits chez quelques lamproies. Les résultats de cette opération sont venus, on ne peut mieux, confirmer mes prévisions : les mêmes organes qui se sont montrés si réfractaires à toute excitation sonore ont réagi contre cette destruction de la manière la plus frappante par les troubles dans la locomotion.

L'opération elle-même est très-facile à exécuter : on trouve la caisse cartilagineuse, qui s'appuie contre le crâne, à 2 millimètres de l'œil, dans une direction diagonale allant de l'œil vers la partie postérieure du dos. Après avoir enlevé les couches musculaires, on découvre la petite caisse, qu'on ouvre à l'aide de la pointe d'un scalpel; après quoi on retire le labyrinthe membraneux avec une pince à branches allongées.

Si l'opération n'est faite que d'un côté, on observe immédiatement chez la lamproie des mouvements de manége et des tournoiements autour de l'axe longitudinal du corps. La lamproie nage dans un cercle plus ou moins grand, et exécute souvent pendant ce mouvement des rotations entières de tout son corps autour de l'axe longitudinal. Ce mouvement est des plus gracieux, surtout quand l'animal ne tourne pas d'une pièce, mais en spirale prolongée.

Aussitôt après l'extirpation des deux canaux, la lamproie reste quelque temps tout à fait sans mouvement; elle ne s'attache même pas avec sa ventouse, ce qu'elle ne manque pas de faire dans toute autre occasion, aussitôt qu'elle se tient immobile. Si on la force à se déplacer, elle tourne en cercle et roule autour de l'axe long de son corps; pendant ce roulement, il lui arrive souvent de rester couchée sur le dos; alors elle continue de tourner dans cette position et ne parvient qu'avec beaucoup de peine à reprendre son attitude normale.

On observe le même phénomène quand on la retourne sur le dos; elle nage alors pendant quelque temps dans cette position. Quand elle s'arrête, elle cherche à s'attacher par la partie dorsale de sa ventouse, et ce n'est qu'après plusieurs efforts inutiles qu'elle reprend sa position normale. Souvent ce mouvement de manége est exécuté dans un plan vertical, toute la lamproie ne formant qu'un cercle, grâce à ce que la tête touche la queue.

Que les canaux semi-circulaires soient détruits d'un côté ou des deux côtés, la paresse habituelle des lamproies en est considérablement augmentée. Elles restent des journées entières attachées avec leurs ventouses à la même place, et ne se dé-

placent que quand elles y sont forcées par une influence extérieure. Au moment où j'écris ces lignes, je conserve des lamproies ainsi opérées depuis sept semaines, et les troubles de leurs mouvements sont restés les mêmes. Si je ferme leurs yeux au moyen d'un petit bonnet, elles se débattent sur place et *nagent en arrière*. Une lamproie ayant ses canaux intacts, quand on la place dans les mêmes conditions, fait avec sa queue des efforts pour arracher le bonnet jusqu'à ce qu'elle y ait réussi.

J'ai eu un trop petit nombre de lamproies à ma disposition pour pouvoir m'exercer à opérer sur chaque canal séparément; mais, d'après les désordres des mouvements que j'ai observés chez les lamproies à la suite de la destruction de leurs canaux, je dirai que ceux-ci correspondent au canal horizontal et vertical supérieur des autres Vertébrés.

Je me propose de pousser encore plus loin mes études sur les mouvements des lamproies. On sait que ces animaux ne se déplacent en général que très-difficilement. Leur manière de se transporter d'une place à une autre consiste à s'attacher au moyen de leurs ventouses à un bateau ou à la queue d'un autre poisson. Quand elles nagent, elles se dirigent toujours en avant, en arrière, en haut ou en bas. Jamais je n'ai vu une lamproie prendre à droite ou à gauche, ou choisir une ligne diagonale. Il est très-probable que ce défaut de mobilité tient à l'absence d'un troisième canal semi-circulaire. Leur unique nageoire, se trouvant près de la queue, indique aussi que leurs facultés de mouvement sont très-limitées.

Quoi qu'il en soit, il ressort des expériences instituées par moi, que chez les lamproies chez lesquelles le limaçon est absent, l'organe appelé auditif ne sert probablement que comme organe d'orientation dans l'espace. Serait-il bien osé de conclure après cela que chez les animaux non vertébrés, les organes dits de l'ouïe ne sont que des organes du sens de l'espace, ou tout au moins des organes d'orientation?

Je me permettrai encore d'attirer l'attention sur un point qu'il ne faut pas perdre de vue. Je suis arrivé plus haut à voir

dans les mouvements des otolithes la cause de l'excitation des terminaisons périphériques de notre organe des sens. Or, il est constaté que les otolithes se trouvent chez tous les animaux qui possèdent un organe auditif, même dans l'état le plus rudimentaire.

Inutile d'insister davantage sur l'appui que ce fait prête à ma manière d'envisager le fonctionnement des canaux semicirculaires.

MÉMOIRE

SUR

L'ENDOSMOSE DES GAZ A TRAVERS LES POUMONS DÉTACHÉS

Par **N. GRÉHANT**,
Aide-naturaliste au Muséum d'histoire naturelle (1).

Lorsque deux gaz sont séparés par une membrane végétale ou animale, ou par un diaphragme poreux, il se produit un double courant ; chacun des gaz traverse la membrane avec une vitesse différente. D'après Graham, le rapport des vitesses de diffusion des gaz est égal au rapport inverse des racines carrées des densités des gaz : ainsi l'hydrogène, qui est seize fois plus léger que l'oxygène, traverse une membrane quatre fois plus vite que ce dernier gaz.

La propriété physique que possèdent les membranes de se laisser traverser par les gaz a été étudiée sur les membranes animales par Boulland, qui, dans un mémoire publié dans le *Journal d'anatomie et de physiologie* de M. Robin (1873), décrit un grand nombre d'expériences sur l'endosmose des gaz et des vapeurs faites à l'aide d'une membrane fibreuse très-mince empruntée à l'estomac de la grenouille.

Des expériences de mesure du volume des poumons, faites chez des animaux par le procédé que j'ai publié en 1864, m'ont conduit à reconnaître dans les poumons entiers et détachés du corps l'existence d'une propriété semblable à celle que présente le réservoir membraneux employé par Boulland ; de sorte que le poumon détaché se comporte comme une somme de

(1) Ce travail a été fait dans le laboratoire de physiologie générale du Muséum d'histoire naturelle, dirigé par M. Claude Bernard.

petits réservoirs membraneux, agissant chacun isolément et se laissant traverser par les gaz, bien que les vésicules pulmonaires soient séparées de l'extérieur par une partie du parenchyme pulmonaire et par le feuillet viscéral de la plèvre.

I. — Passage de l'hydrogène à travers les poumons isolés dans l'air.

Chez un chien sacrifié par la section du bulbe rachidien, on découvre la trachée ; on introduit dans ce conduit un tube de verre rétréci à l'extrémité, qui est revêtue d'un bout de tubede caoutchouc ; on applique sur la trachée et sur le tube de verre plusieurs ligatures de fil ciré et une bande de caoutchouc ; puis le thorax est ouvert avec beaucoup de précaution afin d'éviter la blessure des poumons. Ces organes sont détachés avec la trachée, et introduits dans une cloche de verre tubulée d'une capacité de 5 litres environ, remplie d'air ; le tube de verre fixé dans la trachée passe à travers un bouchon de caoutchouc qui ferme la tubulure de la cloche et reçoit à son extrémité libre un robinet de métal qui permet d'ouvrir ou de fermer la trachée.

Pour reconnaître si les poumons sont intacts et ne présentent aucune lésion, on insuffle de l'air par le robinet de la trachée, à l'aide d'un soufflet : les poumons se dilatent et restent gonflés quand le robinet est fermé ; si les poumons se dégonflent, on cherche sous l'eau l'ouverture par laquelle l'air s'échappe, on applique une ligature sur le lobe lésé, et l'on peut encore utiliser la partie qui est intacte.

Au lieu d'employer de l'air, j'ai insufflé les poumons avec de l'hydrogène. Pour cela j'ai introduit un litre d'hydrogène dans la cloche tubulée munie d'un robinet à trois voies dont je me sers pour mesurer le volume des poumons ; j'ai laissé les poumons s'affaisser complétement dans l'air par suite de leur élasticité, et j'ai mis en communication l'arbre aérien avec l'hydrogène contenu dans la cloche ; en abaissant et en soulevant cette cloche dans l'eau, j'ai obtenu un mélange homogène de l'air qui était resté dans les poumons avec l'hydrogène employé :

ce mélange contenait 83,6 d'hydrogène pour 100. Le robinet de la trachée étant fermé et les poumons étant enveloppés d'air, on fit, 18 minutes après le début de l'expérience, une prise de gaz dans la trachée. Ce gaz, analysé dans l'eudiomètre, ne contenait plus que 75 pour 100 d'hydrogène ; 35 minutes après le début de l'expérience, on ne trouva plus dans les poumons que 67,5 pour 100 d'hydrogène. Ainsi le gaz combustible traverse le parenchyme pulmonaire et se dégage dans l'air qui enveloppe les poumons détachés.

J'ai renversé les conditions de l'expérience précédente en gonflant les poumons avec de l'air et en remplissant d'hydrogène la cloche d'abord pleine d'eau qui renfermait ces organes ; un tube abducteur se rendant dans une cuve à eau fut ajouté au-dessus du robinet fixé dans la trachée. On vit alors se dégager du gaz par le tube abducteur ; en même temps les poumons se gonflèrent de plus en plus ; le gaz recueilli dans des cloches successives était un mélange d'air et d'hydrogène dont la richesse en gaz combustible allait toujours en augmentant.

II. — Endosmose de l'acide carbonique vers l'air.

Les poumons détachés conservent plusieurs jours la propriété de se laisser traverser par les gaz lorsque la température est voisine de 10 degrés ; il est donc facile de faire sur les mêmes poumons une série d'expériences, et de chercher ce qui arrive lorsqu'on fait varier la nature des gaz mis en présence. Ainsi, les poumons étant gonflés avec de l'air, j'ai rempli d'acide carbonique la cloche pleine d'eau ; le passage de ce dernier gaz à travers le parenchyme pulmonaire s'est montré très-actif, les poumons se gonflèrent beaucoup, et l'on recueillit par un tube abducteur un mélange d'air et d'acide carbonique dans lequel la proportion centésimale du gaz acide augmentait progressivement.

Lorsque les poumons étaient fortement gonflés, j'ai fermé le robinet de la trachée et j'ai soulevé la cloche pour remplacer l'acide carbonique par l'air extérieur ; je vis alors les poumons

se dégonfler rapidement, l'acide carbonique passant en sens inverse de dedans en dehors.

III. — Endosmose de l'acide carbonique vers l'azote et vers l'hydrogène.

Au lieu de laisser de l'air dans les poumons, j'ai introduit successivement de l'azote et de l'hydrogène dans ces organes, qui ont été enveloppés chaque fois d'une atmosphère d'acide carbonique. Pour faire cette expérience comparative, j'ai extrait de la cavité thoracique les poumons affaissés qui furent placés dans l'intérieur de la cloche de 5 litres, furent immergés dans l'eau et reçurent d'abord un litre d'azote, puis je fis sortir ce gaz; un nouveau litre d'azote fut introduit et chassé ensuite. Après ce lavage fait avec l'azote, destiné à expulser l'air que les poumons affaissés contiennent encore, j'ai injecté dans ces organes 500 centimètres cubes d'azote pur. En une minute la cloche fut remplie d'acide carbonique en retournant dans la cuve à eau un grand flacon plein de ce gaz ; aussitôt je vis la pression augmenter dans le tube abducteur fixé à la trachée se rendant sous l'eau, et je recueillis dans cinq cloches placées successivement 410 centimètres cubes d'acide carbonique et 449 centimètres cubes d'azote en un temps égal à 51 minutes. L'expérience fut arrêtée par le soulèvement de la cloche; les poumons, abandonnés à leur élasticité, furent insufflés à plusieurs reprises avec de l'air, afin de chasser les gaz qu'ils contenaient. On répéta ensuite avec l'hydrogène les mêmes manœuvres en se plaçant dans des conditions identiques ; les poumons furent lavés avec 2 litres d'hydrogène, puis on fit passer dans ces organes affaissés et enveloppés d'eau 500 centimètres cubes d'hydrogène, et autour des poumons la cloche fut remplie d'acide carbonique. Les poumons se gonflèrent rapidement, et l'on put recueillir dans cinq cloches placées successivement 583 centimètres cubes d'acide carbonique et 425 centimètres cubes d'hydrogène en un temps égal à 34 minutes, en un temps plus court que dans l'expérience précédente. L'endosmose de l'acide carbonique vers l'hydrogène a donc lieu plus rapidement que vers l'azote.

IV. — Double courant gazeux.

Dans ces expériences, l'attention se porte d'abord sur le passage du gaz qui détermine le gonflement des poumons : par exemple, dans l'endosmose de l'acide carbonique vers l'hydrogène, nous voyons que le premier gaz pénètre en grande quantité dans les poumons, où il se mélange avec l'hydrogène, mais en même temps une certaine quantité d'hydrogène sort à travers les membranes et se répand dans le gaz acide carbonique extérieur, comme il est facile de le reconnaître par l'expérience suivante. On introduit dans les poumons affaissés et enveloppés d'eau 250 centimètres cubes d'hydrogène, puis on injecte de l'acide carbonique dans la cloche ; 7 minutes après, les poumons sont déjà très-gonflés. On réunit la trachée avec une cloche à robinet pleine d'eau dans laquelle on fait passer le gaz qui distend les poumons, gaz dont le volume égal à 500 centimètres cubes renferme 35,2 d'hydrogène pour 100, ou en totalité 176^{cc},3 d'hydrogène. En second lieu, on introduit dans la cloche, au milieu du gaz qui enveloppe les poumons, le tube d'un flacon aspirateur, dans lequel on fait passer un litre de gaz, que l'on agite avec une dissolution de potasse pour absorber l'acide carbonique. Il reste 54 centimètres cubes de gaz, auxquels on ajoute de l'oxygène et du gaz de la pile et que l'on fait détoner dans l'eudiomètre. La diminution de volume après l'étincelle est égale à 6^{cc},7, dont le tiers est 2^{cc},23 et dont les deux tiers sont 4^{cc},46, représentant l'hydrogène ; ce qui fait, pour 100 centimètres cubes de gaz pris en dehors des poumons 0^{cc},45 d'hydrogène ou environ un demi pour 100. Ainsi l'acide carbonique entre dans les poumons et se mélange avec l'hydrogène : il y a endosmose ; mais, en même temps, un certain volume d'hydrogène sort à travers les poumons et se répand dans le gaz extérieur : il y a exosmose. Seulement, ce second courant est beaucoup moins intense que le premier, lorsque les poumons sont plongés dans un volume d'acide carbonique égal à 5 litres environ et lorsque ces organes contiennent de l'air, de l'oxygène, de l'azote ou de l'hydrogène.

V. — Endosmose de l'acide carbonique dissous dans l'eau vers l'air contenu dans les poumons.

Des poumons de chien conservés depuis huit jours dans l'eau phéniquée à 1 pour 1000 furent insufflés à plusieurs reprises avec de l'air, puis furent abandonnés à leur élasticité ; on injecta dans ces poumons un demi-litre d'air, et le robinet fixé à la trachée fut fermé ; on remplit alors d'acide carbonique gazeux la cloche pleine d'eau qui contenait les poumons ; ces organes se gonflèrent rapidement, et l'on recueillit en 40 min., par un tube abducteur, 578 centimètres cubes d'acide carbonique et 371 centimètres cubes d'air; en outre, les poumons étaient encore moyennement gonflés. On reconnut par cette épreuve que les poumons avaient parfaitement conservé leur pouvoir endosmotique pour les gaz, et l'on put essayer une autre expérience. Les poumons, lavés cinq fois avec de l'air et affaissés, reçurent un demi-litre d'air; le robinet de la trachée fut fermé; la cloche qui contenait les poumons, retournée sur un trépied, fut remplie complétement d'eau saturée d'acide carbonique à une température de 10 degrés environ, dont le volume était 3 litres et demi. Les poumons flottèrent au milieu de l'eau, la trachée était tendue verticalement, et toute la surface du parenchyme pulmonaire revêtue par la plèvre était enveloppée d'eau saturée d'acide carbonique, mais non agitée. Un tube abducteur se rendant sous l'eau fut attaché au robinet de la trachée ; on recueillit dans les dix premières minutes, sous la pression de 18 centim. d'eau, 204 centimètres cubes de gaz, qui contenaient 185 centimètres cubes d'air et 19 centim. cubes d'acide carbonique, ou 9,3 pour 100 d'acide carbonique. La seconde cloche recueillie contenait 170 centimètres cubes d'air et 29 centimètres cubes d'acide carbonique, ou 14,6 pour 100 de ce gaz. Enfin la troisième cloche renfermait 147 centimètres cubes d'air et 35 centimètres cubes d'acide carbonique, ou 19,2 pour 100 de ce gaz ; l'expérience dura 30 minutes, et l'on obtint en somme 502 centimètres cubes d'air et 83 centimètres cubes d'acide carbonique. Ainsi

ce dernier gaz, qui était dissous dans l'eau, traversa les membranes qui séparaient l'air introduit dans les poumons de l'eau ambiante.

Il y a une analogie frappante entre ce phénomène et celui qui se passe dans la respiration normale, lorsque le sang veineux chargé d'acide carbonique circule dans les vaisseaux des poumons et se trouve seulement séparé par des membranes minces de l'air contenu dans les bronches et dans les vésicules pulmonaires. Ainsi les phénomènes d'endosmose des gaz à travers les poumons détachés, dont je viens de donner un court exposé, peuvent conduire à l'explication de certains faits physiques de la respiration.

PUBLICATIONS NOUVELLES

ADRESSÉES AU BUREAU DE LA RÉDACTION.

A Monograph of the Bucerotidæ, by G. D. ELLIOT. — Chez M. Porter, 6, Tenlenden street, London.

Les magnifiques publications iconographiques de M. Elliot sont depuis longtemps connues de tous les ornithologistes, et le nouveau travail de cet auteur sur la famille des Calaos est non moins bien exécuté que les précédents. Le format est petit in-folio, et chaque livraison contient 6 planches coloriées avec le plus grand soin. — La 5ᵉ livraison vient de paraître.

Matériaux pour servir à l'étude de la faune malacologique terrestre et fluviatile de l'Italie et de ses îles, par Mᵐᵉ PAULUCCI, 1878. — Savy, éditeur.

A l'occasion de l'Exposition universelle, où Mᵐᵉ la marquise Paulucci a placé une fort belle collection des coquilles terrestres et fluviatiles de l'Italie, cette dame a publié un travail considérable sur la distribution géographique des Mollusques dans les diverses parties de ce pays et une série de notes sur divers points de l'histoire naturelle de ces animaux.

Contributions pour servir à l'histoire de deux genres de Poissons de la famille des Baudroies, *Himantolophus* et *Caratias*, **habitant les profondeurs des mers arctiques**, par M. Ch. LÜTKEN.

Ce mémoire, extrait des *Actes de l'Académie des sciences de Copenhague*, est écrit en danois, mais accompagné d'un extrait fort étendu en français, qui permettra à tous les ichthyologistes d'en profiter. Dans la première partie de ce travail, l'auteur donne la description d'un Poisson très-remarquable, appartenant au genre *Himantolophus*, établi en 1837 par M. Reenhard d'après un individu unique jeté sur la plage du Groenland par la tempête, et tellement détérioré, qu'il ne fut possible d'en conserver que quelques fragments. En 1876, un second représentant de ce genre fut trouvé mort, flottant à la surface de la mer dans la même région; il était intact, et c'est cet individu dont M. Lütken a fait une étude très-complète et a donné d'excellentes figures. Il décrit aussi deux petits Poissons trouvés dans l'estomac d'un Scombéroïde, à mi-distance entre l'Afrique et le Brésil, et paraissant être de jeunes individus de la même espèce.

Dans la seconde partie de son travail, l'auteur fait connaître l'ostéologie d'un autre Lophioïde curieux et extrêmement rare, le *Caratias Holbolli* de Kröyer.

DESCRIPTION

D'UNE

NOUVELLE ESPÈCE DE *PERAMELES*

PROVENANT DE LA NOUVELLE-GUINÉE

Par M. ALPH. MILNE EDWARDS.

Plusieurs espèces du genre *Perameles* habitent les îles des Papous. Déjà Quoy et Gaimard en firent connaître une sous le nom de *Perameles Doreyana* et en donnèrent la figure dans la partie zoologique du *Voyage de l'Astrolabe* (1). Plus tard Lesson l'a pris comme type de son genre *Echinipera* (2), en faisant remarquer que les poils des parties supérieures du corps constituent de véritables piquants, ce qui n'a pas lieu chez les représentants australiens du même genre. Ce Péramèle, d'abord découvert à la baie de Dorey, sur la côte de la Nouvelle-Guinée, par les naturalistes de l'*Astrolabe*, a été ensuite trouvé par Wallace à l'île Arou (3), et dernièrement M. G. Brown a constaté qu'il existait aussi à l'île du Duc d'York, située entre la Nouvelle-Irlande et la Nouvelle-Bretagne. M. Beccari rapporta de l'île Kee une espèce très-voisine de la précédente et n'en différant que par ses pattes et ses ongles beaucoup plus forts, par les squames plus grandes qui revêtent la face inférieure des pieds ou de la queue, et par ses teintes plus brillantes. MM. Peters et Doria lui ont donné le nom de *Perameles rufescens* (4). Les mêmes naturalistes ont appelé

(1) Quoy et Gaimard, *Voyage de l'Astrolabe*, Zool., t. I, p. 100, pl. 16, fig. 1-5).

(2) Lesson, *Règne animal*, p. 192.

(3) Gray, *Catalogue of the Mammalia and Birds of New-Guinea*, 1859, p. 9. — Alston, *Proceed. Zool. Soc.*, 1877, p. 125.

(4) Peters et Doria, *Annali del Museo civico di storia naturale di Genova*, 1875, t. VII, p. 541.

P. Aruensis un autre Péramèle trouvé par M. Beccari à l'île Arou et se distinguant de celui de l'île Kee par ses oreilles plus grandes et par quelques caractères tirés de la disposition des dents (1) ; enfin ils ont réservé le nom de *Perameles longicaudata* (2) pour une espèce des monts Arfak, remarquable par le développement de la queue, dont la longueur égale celle du corps. Je puis ajouter à cette courte liste des représentants néo-guinéens du genre *Perameles* une autre espèce découverte à Amberbaki par M. Raffray, et que j'appellerai *P. Raffrayana*, pour rappeler le nom du voyageur aux recherches duquel la science en est redevable. Elle se distingue du *P. Doreyana* par ses poils doux et nullement spiniformes ; leur couleur est foncée et varie suivant l'incidence des rayons lumineux, chaque poil étant annelé de brun et terminé par une extrémité noire sur toutes les parties supérieures du corps. Les parties inférieures sont d'un gris fauve, sans mélange de noir. Le museau est très-long et très-fin. Les oreilles sont plus grandes que celles du *P. obesula*, mais beaucoup plus courtes que chez le *P. Gunnii*. Les pattes sont longues et les pieds postérieurs presque glabres. La queue est beaucoup plus courte que chez le *P. longicaudata*, mais plus développée que chez le *P. Doreyana*, le *P. rufescens* et le *P. Aruensis ;* elle a un peu plus de la moitié de la longueur totale du corps.

Longueur du corps d'un mâle adulte...	0m,33.	Id. d'une femelle adulte.	0m,34
Longueur de la queue................	0m,16.	Id. de la queue........	0m,16
Long. de la tête (de l'oreille au museau).	0m,09.	Id. de la tête.........	0m.09
Long. du pied postér. (mesurée du talon).	0m,08.	Id. du pied postér.....	0m,08

PLANCHE 8.

Perameles Raffrayana.

(1) Peters et Doria, *op. cit.*, p. 542.
(2) Peters et Doria, *op. cit.*, t. VIII, p. 334

NOTE

SUR LE TUBE DIGESTIF

DU CARPOPHAGE GOLIATH

Par M. H. VIALLANE.

Le tube digestif des Colombides varie beaucoup avec leur régime alimentaire. Le représentant de cette famille le plus remarquable à cet égard est, sans contredit, le *Carpophaga Goliath* de la Nouvelle-Calédonie, dont on a fait un genre particulier sous le nom de *Phœnorhina*.

Jules Verreaux (1), le premier, signala la présence de sortes de dents armant le gésier de cet oiseau, qui se nourrit exclusivement de fruits durs. Après lui, M. Garrod (2) fit connaître une disposition semblable chez le *Carpophaga latrans*, et appela l'attention des naturalistes sur quelques particularités de l'intestin.

M. le professeur Alph. Milne Edwards ayant bien voulu mettre à ma disposition un *Carpophaga Goliath*, j'ai pensé qu'il ne serait pas sans intérêt d'en décrire et d'en figurer le tube digestif avec quelques détails.

L'œsophage de cet oiseau, après un court trajet, se dilate en un jabot (3) très-volumineux, puis, s'étant rétréci, s'ouvre dans le ventricule succenturié (4). Ce dernier présente des parois fort épaisses, renfermant un grand nombre de glandes, assez grosses pour être visibles à l'œil nu. La muqueuse du ventricule, d'une couleur blanchâtre, présente un grand nombre de plis longitudinaux irréguliers. En haut, elle se continue

(1) Jules Verreaux et O. des Murs, *Rev. et Mag. de zool.*, 1862, p. 168.
(2) A. H. Garrod., *Proceed. of the Zool. Societ. of London*, 1878. p. 102.
(3) Fig. 1 *a*.
(4) Fig. 1 *b*.

sans distinction avec celle de l'œsophage ; c'est au contraire une ligne de démarcation bien nette qui sépare le ventricule succenturié du gésier (1).

Ce dernier ne présente extérieurement rien de bien remarquable. Ainsi que cela s'observe souvent, l'orifice d'entrée et l'orifice de sortie sont opposés ; c'est seulement à gauche de la ligne qui les réunit que le gésier se trouve développé. Le bord droit ou interne du gésier est revêtu de fibres musculaires longitudinales qui ne sont que la continuité de celles de l'œsophage. Les faces antérieure et postérieure sont revêtues chacune d'un muscle dont les fibres sont parallèles et contiguës à celles du bord interne. Les bords supérieur, inférieur et externe, tous assez larges, sont dépourvus de muscles, et présentent un aspect aponévrotique. Jules Verreaux décrit le gésier du Carpophage comme étant entièrement musculeux ; les muscles étaient au contraire très-faibles chez l'individu que j'ai pu observer. Cette différence tient sans doute à ce que l'individu que j'ai eu entre les mains avait vécu quelque temps en captivité : on sait en effet combien le régime peut modifier la puissance des muscles du gésier des Oiseaux (2).

Intérieurement, le gésier du Carpophage présente les dispositions les plus remarquables. Son revêtement corné porte en effet des sortes de dents ou d'épines disposées en quatre groupes assez distincts : un antérieur et un postérieur, répondant aux muscles antérieur et postérieur ; un supérieur et un inférieur.

Intérieurement, le gésier est, dans toute son étendue, tapissé d'un revêtement corné, jaunâtre, présentant une série de replis longitudinaux profonds et assez irréguliers ; c'est sur eux que se développeront les espèces de dents dont nous parlerons bientôt. La surface étendue de l'orifice d'entrée à l'orifice de sortie, et qui par conséquent répond au bord interne du gésier, constitue une sorte de gouttière ; elle est sillonnée de plis lon-

(1) Fig. 1 *c*.

(2) Milne Edwards, *Leçons sur la physiol. et l'anat. comp.*, t. VI, p. 300, note 1.

gitudinaux, et ne présente pas de dents. Les surfaces antérieure et postérieure répondant aux muscles, font distinctement saillie à l'intérieur du gésier. La surface postérieure présente quatre plis longitudinaux fréquemment interrompus par des sillons transversaux peu profonds. Le premier pli, en comptant de droite à gauche, présente une rangée de trois dents ; le deuxième, une de deux ; le troisième, une de trois ; le quatrième enfin, une de deux. La surface antérieure, répondant au muscle antérieur, est disposée à peu près comme la postérieure : elle présente trois replis longitudinaux ; les deux premiers portent chacun deux dents, le troisième en porte trois. La couche cornée revêtant la face supérieure du gésier est marquée de sillons profonds; elle porte trois dents à sa partie moyenne. Inférieurement, on retrouve la même disposition. Le revêtement intérieur de la face externe du gésier présente encore des replis, mais il est dépourvu de dents.

Nous voyons donc que le gésier du Carpophage Goliath présente intérieurement deux surfaces garnies de dents et mobiles l'une sur l'autre, grâce aux muscles qui les doublent : ce sont les parois antérieure et postérieure ; deux surfaces garnies de dents et immobiles : ce sont les parois supérieure et inférieure.

Les dents, dont nous avons parlé jusqu'ici sans les décrire, sont de petits cônes mesurant $0^m,003$ à leur base, hauts de $0^m,003$; ils sont aplatis, légèrement recourbés, et leur forme rappelle un peu celle des aiguillons du Rosier. La couleur des dents est plus claire que celle du revêtement corné adjacent ; leur dureté est comparable à celle de la corne du bœuf.

Une coupe du gésier (1), examinée au microscope, nous montre la couche cornée (2) et les dents comme formées d'une substance sans structure et disposée en lits stratifiés. Les dents ne sont qu'un épaississement du revêtement corné, aussi sont-elles formées de la même substance que lui. Les couches stratifiées qui forment ce dernier, étant toutes parallèles entre

(1) Fig. 2.
(2) Id. *a* et *b*.

elles et à la surface sous-jacente, sont perpendiculaires à l'axe des dents et affleurent à la surface de ces dernières. On conçoit que, grâce à cette disposition, les dents puissent par la dessiccation se détacher d'une seule pièce, ou se diviser en rondelles superposées. Au-dessous du revêtement corné, nous trouvons une couche glandulaire (1) plus épaisse au-dessous des dents, bien que ne pénétrant jamais dans l'intérieur de ces dernières. Au-dessous des glandes nous rencontrons une couche (2) formée de fibres tendineuses; puis tout à fait en dehors, l'enveloppe péritonéale (3), dans laquelle cheminent les vaisseaux. C'est entre cette dernière membrane et la couche tendineuse, que se montrent les muscles à fibres lisses, dans les points du gésier où ces organes sont développés.

Au gésier fait suite un intestin extrêmement court par rapport au corps; il ne mesure en effet que $0^m,20$. Son calibre est à peu près uniforme et mesure $0^m,01$. Dans tout son trajet il conserve la même apparence; aussi ne peut-on le diviser en intestin grêle et gros intestin. Le tube digestif étant ouvert, on observe qu'il présente la même apparence depuis le pylore jusqu'au cloaque.

La muqueuse (4) se plisse transversalement, de façon à former un grand nombre de valvules conniventes très-épaisses, et si développées, qu'elles obstruent presque le calibre de l'intestin. Toute la muqueuse est couverte de villosités (5) longues et nombreuses, mais bien plus développées à la surface des valvules conniventes qu'au fond des sillons qui séparent ces dernières entre elles.

Dans la couche celluleuse sous-jacente à la couche muqueuse (6), on observe de petits corps attachés par une extrémité renflée à la couche muqueuse, se terminant d'autre part par

(1) Pl. 9, fig. 2 *c*.
(2) Id. *d*.
(3) Id. *f*.
(4) Fig. 3 et fig. 4.
(5) Fig. 4 *a*.
(6) Id. *c*.

un filament allongé. Dans les valvules conniventes, ces corps présentent un développement considérable; ailleurs, au contraire, ils sont fort petits. Malheureusement, le mauvais état de la pièce que j'avais entre les mains ne m'a pas permis de déterminer la nature de ces organes. Au-dessous de la couche celluleuse vient la couche musculaire (1), assez mince, puis enfin l'enveloppe péritonéale (2).

Il semble étrange, au premier abord, qu'un Oiseau qui se nourrit uniquement de fruits possède un tube digestif aussi court, plus court même que celui d'aucun Oiseau carnivore. Mais cette brièveté de l'intestin me semble bien compensée par le développement si considérable des valvules conniventes et des villosités.

Le foie, qui n'a rien de remarquable, est pourvu d'une vésicule biliaire, d'un canal cholédoque et d'un canal cystique.

Le pancréas, très-petit, est lobé et ne présente pas la forme si allongée qu'on observe en général chez les Oiseaux.

EXPLICATION DE LA PLANCHE 9.

Fig. 1. Tube digestif du *Carpophaga Goliath*, grandeur naturelle. — *a*, jabot; *b*, ventricule succenturié ouvert; *c*, gésier ouvert; *d*, intestin.

Fig. 2. Coupe du gésier à un faible grossissement. — *a*, coupe d'une dent stomacale; *b*, revêtement corné; *c*, couche glandulaire; *d*, couche tendineuse; *e*, couche musculaire; *f*, enveloppe péritonéale.

Fig. 3. Muqueuse de l'intestin un peu grossie.

Fig. 4. Coupe longitudinale de l'intestin. — *a*, villosités; *b*, couche muqueuse; *c*, couche celluleuse; *d*, couche musculaire; *e*, enveloppe péritonéale.

(1) Fig. 4 *e*.
(2) Fig. 4 *f*.

NOTE

SUR LES MUSCLES PEAUCIERS

DU

LOPHORINA SUPERBA

Par M. H. VIALLANE.

Ayant eu à ma disposition, grâce à l'obligeance de M. le professeur Alph. Milne Edwards, plusieurs *Lophorina superba* conservés dans l'alcool, j'ai pensé qu'il ne serait pas sans intérêt d'étudier les muscles peauciers de ces Oiseaux, dont les plumes de l'occiput et de la gorge exécutent, comme on le sait, des mouvements si étendus.

Mon attente n'a pas été trompée, j'ai trouvé en effet une disposition tout à fait curieuse.

Le cou est de toutes les régions celle qui possède les muscles peauciers les plus puissants et les plus nombreux. On peut y compter quatre muscles pairs et bien distincts les uns des autres.

Le premier (1) est long, plat, entièrement charnu; il s'insère en haut à l'angle externe et supérieur du cartilage thyroïde. Il se dirige directement en bas en longeant la trachée, mais sans y adhérer. A la base du cou, il s'attache à la peau, s'élargit beaucoup et devient plus épais. La surface sur laquelle ce muscle s'étale ainsi est nettement circonscrite, et donne insertion aux longues plumes de la base du cou. Ces plumes, implantées très-profondément, peuvent exécuter des mouvements étendus, grâce aux contractions du muscle. Ce dernier se rétrécit au niveau de l'épaule, puis abandonne la peau pour aller s'insérer tout à fait sur la ligne médiane à l'angle de la fourchette.

(1) Fig. 1 *a*.

J'ai observé un peaucier tout à fait analogue chez le Goëland. On doit évidemment assimiler le muscle que je viens de décrire à un *sterno-hyoïdien*, dont les fibres de la portion moyenne seraient venues s'accoler à la peau. Cette assimilation est d'autant plus légitime, que chez le *Lophorina* et le Goëland nous voyons manquer le *cléido-trachéen :* ce muscle, comme on sait, représente le sterno-hyoïdien des Mammifères.

Chez le *Lophorina*, les plumes de la région latérale du cou sont mises en mouvement par un muscle présentant les dispositions les plus curieuses. J'ai cru devoir désigner ce peaucier, dont je n'ai trouvé nulle part l'analogue, sous le nom de *temporo-alaire.*

Le *temporo-alaire* (1) s'insère en haut sur la portion écailleuse du temporal (squamosal), suivant une ligne un peu concave en bas, horizontalement étendue d'arrière en avant, longue de 2 millimètres environ et située au-dessus des insertions supérieures du muscle temporal. Le temporo-alaire, jusqu'à quelque distance de son point d'origine, reste libre de toute adhérence avec la peau : c'est une mince bandelette charnue qui se dirige en bas et en arrière. Bientôt le muscle s'élargit et devient adhérent à la peau de la région latérale et supérieure du cou, puis il se rétrécit et se dirige verticalement en bas. Le bord postérieur de la portion élargie du muscle est en contiguïté avec le bord antérieur de la portion élargie d'un muscle que nous décrirons plus loin sous le nom de *fronto-iliaque* (2). Un peu au-dessus de la base du cou, le temporo-alaire, qui s'est rétréci, ainsi que nous l'avons vu, abandonne la peau et se porte vers l'épaule; là il devient tendineux et se continue directement avec le ligament tenseur marginal de la membrane alaire. Ce ligament, qui semble être le tendon d'insertion du temporo-alaire, est, comme chez tous les Oiseaux, formé en partie de fibres élastiques, et va s'insérer à la base du métacarpe. Chemin faisant, il fournit une série de petites brides tendineuses

(1) Fig. 2 *b*, fig. 3 *b*, fig. 4 *b*.
(2) Fig. 2 *c*, fig. 3 *c*.

qui s'attachent aux bulbes d'une rangée de plumes plus profondément implantées que les autres, et disposées directement en arrière de lui.

Le *cléido-métacarpien* (1) qui, chez la plupart des autres Oiseaux, fournit à lui seul le ligament tenseur marginal, est ici bien peu développé. C'est un faisceau musculaire fusiforme, très-grêle et très-court : d'une part il s'insère à l'extrémité d'une longue apophyse que la clavicule présente en haut et en arrière; d'autre part il se réunit au temporo-alaire pour concourir avec lui à former le ligament tenseur marginal (2). Comme ce ligament est chez le *Lophorina* fourni principalement par le peaucier, j'ai été tenté de désigner ce muscle sous le nom de *temporo-métacarpien*; la dénomination de *temporo-alaire* me semble toutefois plus convenable, si l'on considère que, chez tous les autres oiseaux, le ligament tenseur est fourni par le système deltoïdien.

Si chez le *Lophorina* le *cléido-métacarpien* (3) est peu développé, le *cléido-épicondylien* (4) l'est au contraire beaucoup. Toutefois le tendon de ce muscle ne contracte aucune adhérence avec la membrane alaire et ne lui envoie aucune expansion fibreuse. Il est évident qu'ici ce muscle mérite mal le nom de tenseur de la membrane antérieure de l'aile, sous lequel on le désigne souvent.

Chez le Kakatoës, le ligament tenseur marginal de l'aile présente une disposition qui rappelle celle que nous venons de décrire chez le *Lophorina*. De l'extrémité proximale du ligament se détache un tendon qui se porte en haut et fournit quelques faisceaux charnus disposés en éventail et insérés sur la peau de la région latérale du cou.

Ce peaucier représente un temporo-alaire dont la partie inférieure seule serait développée.

Nous pouvons rapprocher ces dispositions de ce qui s'ob-

(1) Fig. 4 *d*.
(2) Fig. 4 *e*.
(3) Fig. 4 *f*.
(4) Fig. 4 *g*.

serve chez la Chauve-Souris, dont tous les faisceaux charnus tenseurs de la membrane antérieure de l'aile sont fournis par le peaucier du cou.

Les plumes de la région postérieure du cou sont mises en mouvement par un muscle que l'on retrouve chez un grand nombre d'Oiseaux, mais qui ne présente son entier développement que chez le *Lophorina*.

Ce muscle, que nous décrirons sous le nom de *fronto-iliaque* (1), s'insère en haut sur tout le bord antérieur de l'apophyse postorbitaire, formée, comme on sait, par l'os postfrontal. L'étendue de cette insertion est d'environ $0^m,003$; les fibres antérieures descendent verticalement en bas, les postérieures se dirigent en arrière vers la ligne médiane. Le muscle, qui est resté, jusqu'à quelque distance de son point d'origine, libre de toute adhérence avec les téguments, s'élargit beaucoup en s'épaississant et s'accole à la peau ; ses fibres postérieures se confondent avec celles de son congénère ; les antérieures sont en contiguïté avec les fibres postérieures du temporo-alaire. Cette portion élargie du fronto-iliaque sert à faire mouvoir les longues plumes qui, naissant de la nuque, vont recouvrir le dos comme d'un camail. Ces plumes sont profondément implantées sur un espace circulaire très-nettement circonscrit, situé en arrière de la tête. Après s'être élargi comme nous venons de le voir, le fronto-iliaque se rétrécit brusquement et perd de son épaisseur ; il ne forme plus alors qu'une mince bandelette charnue, située près de la ligne médiane et descendant verticalement en bas, pour aller s'insérer à la moitié du bord interne de l'os iliaque, sur une étendue de $0^m,001$ environ.

Dans presque tout son parcours, la portion étroite du muscle est adhérente à la peau et sert à faire mouvoir des plumes plus profondément implantées que leurs voisines et insérées un peu en dehors de la ligne médiane, sur une seule rangée médiane depuis la nuque jusqu'à la région sacrée. C'est seulement au

(1) Fig. 2 et 3 *c*.

niveau du bord supérieur du bassin que le fronto-iliaque abandonne la peau pour aller prendre son insertion inférieure.

Chez le Goëland, on n'observe plus que les parties inférieures et supérieures du fronto-iliaque. La portion intermédiaire du muscle n'existe plus.

Chez le Kakatoës, le Coq de Padoue et la plupart des autres Oiseaux, nous ne trouvons que la portion supérieure du fronto-iliaque.

Pour en finir avec les peauciers du cou chez le *Lophorina*, il nous reste encore à étudier un muscle (1), signalé depuis longtemps chez plusieurs Oiseaux et assimilé par quelques anatomistes à la portion inférieure du *sterno-cléido-mastoïdien* des Mammifères.

De la moitié de la face interne de la clavicule part un mince faisceau charnu qui se dirige directement en arrière, passe entre l'épaule et la base du cou pour s'insérer à la peau par quelques digitations situées en avant du fronto-iliaque. Ces faisceaux d'insertion s'entrecroisent presque sur la ligne médiane. Ce muscle ne me semble pas avoir pour rôle principal d'agir sur les téguments ; étant dans presque toute son étendue intimement appliqué contre la surface du sac aérien claviculaire, il doit par ses contractions agir sur ce réservoir.

Chez le Goëland, ce muscle naît de la face interne de la clavicule par cinq ou six faisceaux dont les plus inférieurs s'entrecroisent sur la ligne médiane et se confondent avec les fibres supérieures du trapèze. Cette disposition m'engagerait à voir dans le peaucier qui nous occupe un analogue du trapèze claviculaire.

Le Kakatoës, le Coq de Padoue et beaucoup d'autres Oiseaux offrent un muscle semblable à celui que nous venons de décrire chez le *Lophorina*, mais dont les fibres sont dirigées bien plus verticalement. C'est en considération de cette direction que les anatomistes ont regardé ce muscle comme l'homologue du sterno-cléido-mastoïdien des Mammifères.

(1) Fig. 2 *d*.

Sur la partie antérieure et latérale du thorax, on observe une rangée de plumes plus longues et plus profondément implantées que les autres (les parures).

Ces plumes sont mises en mouvement par un peaucier décrit depuis longtemps sous le nom de *muscle des parures*.

C'est un faisceau charnu prenant naissance sur le bord externe du grand pectoral, au voisinage de l'insertion humérale de ce muscle, descendant verticalement en bas jusqu'au niveau du bord inférieur du sternum. Pendant tout ce trajet, le muscle qui nous occupe est accolé à la peau et sert à faire mouvoir les parures.

Il nous reste encore à signaler chez le *Lophorina* la présence d'un peaucier bien connu sous le nom de *tenseur de la membrane axillaire*. Ce muscle s'attache immédiatement au-dessous du faisceau postérieur du grand dentelé, à la face externe des trois dernières côtes sternales ; son tendon terminal va se confondre près du coude avec le grand ligament commun des pennes cubitales. Le tenseur de la membrane axillaire a été considéré par Vicq d'Azyr comme un faisceau costal du grand dorsal.

Ni le muscle des parures, ni le tenseur de la membrane axillaire, ne présentent un développement remarquable chez le *Lophorina*.

Nous voyons que chez l'Oiseau qui a fait l'objet de cette étude, les plumes sont mises en mouvement par des peauciers puissants. Deux de ces muscles que j'ai décrits, l'un sous le nom de *fronto-iliaque*, l'autre sous celui de *temporo-alaire*, présentent chez le *Lophorina* des dispositions fort remarquables. Chez les autres Oiseaux, ces muscles ne sont qu'incomplétement représentés.

EXPLICATION DES FIGURES

PLANCHES 10 ET 11 A.

Fig. 1. Cou du *Lophorina* vu par sa face antérieure.

a, muscle sterno-thyroïdien.

Fig. 2. La peau a été incisée sur la ligne médiane postérieure et rejetée sur les côtés.

b, muscle temporo-alaire ;
c, muscle fronto-iliaque ;
d, muscle peaucier assimilé au sterno-cléido-mastoïdien.

Fig. 3. Figure destinée à montrer les insertions et les rapports des muscles fronto-iliaque et temporo-alaire.

b, muscle temporo-alaire ;
c, muscle fronto-iliaque.

Fig. 4. Préparation montrant le muscle temporo-alaire dans toute son étendue.

d, muscle temporo-alaire ;
e, ligament tenseur marginal ;
f, muscle cléido-métacarpien ;
g, muscle cléido-épicondylien.

NOTE

SUR

CERTAINES POCHES CONTRACTILES EXCRÉTOIRES

CHEZ DES TORTUES FLUVIALES DE CHINE

Par le Père RATHOUIS.

Le R. P. Heude et moi avons rencontré ces poches sur les *Trionyx* de ce pays et sur l'*Emys Reevesii*. 1° Chez les *Trionyx*, elles sont au nombre de six, trois de chaque côté, deux latérales et une antérieure, appuyées contre la paroi interne du bouclier. — Les deux latérales sont en partie couvertes (la bête étant mise sur le dos) par un petit muscle mince et plat qui va du bord du plastron à l'angle du coracoïde, puis entièrement par le muscle rétracteur de l'épaule, et enfin par la paire double (épisternale et hyosternale) du plastron (1). — Le canal excréteur de chacune d'elles, long d'un centimètre, plus ou moins, suivant l'âge de la bête, se dirige en dehors, se courbe brusquement, pénètre dans un petit canal de l'os et se termine au dehors par un trou généralement très-petit, situé à l'angle de bifurcation des deux apophyses antérieures et postérieures de la paire double. — Celle de devant est située sous l'omoplate; il suffit de relever celle-ci en la tirant vers la tête pour apercevoir la poche dont il s'agit. Son canal, qui n'a aucun os à traverser, s'ouvre sur le bord même du bouclier entre le cou et le membre antérieur.

Ces poches sont sésamoïdes, un peu aplaties, de couleur chair. Le canal est fortement taché de pigment. Le grand dia-

(1) N'ayant point le livre de Bojanus, je ne sais point le nom de ces muscles.

mètre de celle de devant est dans l'axe du canal ; chez les deux latérales il est perpendiculaire à l'axe du canal.

Elles sont un peu bosselées. La paroi, épaisse, est composée de gros faisceaux de fibres musculaires striées disposées dans le sens de l'axe du canal. Le tissu conjonctif leur forme une enveloppe externe très-lâche ; à l'intérieur la paroi est tapissée par une membrane de nature conjonctive, blanche, mince et molle, émettant des replis perpendiculaires à l'axe du canal excréteur. — Ces replis forment des cloisons incomplètes. — On voit à la loupe les ramifications des vaisseaux pénétrer obliquement dans la paroi et venir former sous la membrane interne des pinceaux très-fins. — Il m'a semblé que plusieurs s'ouvraient directement dans la cavité, mais rien n'a pu m'en donner la preuve positive.

Les poches m'ont toujours apparu entièrement vides, mais 1° il est facile de les remplir de liquide en injectant leur canal ; 2° quand l'animal est vivant, il en sort par les petits trous extérieurs un liquide transparent, parfois un peu jaune, franchement alcalin et contenant un grand nombre de cellules adipogènes. Quand l'animal est depuis longtemps hors de l'eau, le liquide se colore en brun, et en séchant, devient visqueux et filant. — Les relations vasculaires de ces poches sont les suivantes :

1° Le tissu conjonctif qui les entoure est très-riche en capillaires et le plus souvent chargé de graisse.

2° Elles reçoivent le sang d'une branche de la sous-clavière qui, après avoir fourni des rameaux aux muscles scapulaires, se recourbe en dehors, passe derrière la poche antérieure à laquelle elle envoie un rameau, et va gagner le bord en restant tangente aux deux latérales ; elle se termine insensiblement un peu au delà de la poche latérale postérieure, après avoir donné de nombreux rameaux à droite et à gauche. Leurs veines vont tomber, pour l'antérieure, dans le système des veines des bras (cependant je n'en suis pas absolument sûr), et pour les deux autres dans un grand canal qui reçoit le sang de toute la région dorso-latérale en dehors du péritoine. Cette grande veine

perce la paroi abdominale dans la région de la hanche ou inguinale postérieure, et va se terminer par plusieurs petits rameaux dans le corps surrénal. L'injection, poussée par la veine porte rénale, passe sans difficulté dans la veine susdite.

Notons en passant que les veines de la queue et du bassin se réunissent en un tronc qui, se dirigeant un peu en dehors, va former avec une veine iliaque, confluent des veines de la jambe, un tronc qui se dirige en haut, gagne l'angle inférieur de l'os coracoïde et de là plonge par une petite scissure à droite dans la veine porte du lobe descendant droit du foie, et à gauche dans celle du petit lobe gauche dudit foie et non point dans le système porte rénal.

3° Chez l'*Emys Reevesii*, les poches sont au nombre de quatre seulement; les deux antérieures manquent, ou du moins je ne les ai pas trouvées. On les rencontre fortement adhérentes au périoste dans de petites logettes situées dans les angles rentrants du plastron, à l'endroit où il s'appuie sur le bouclier. Une forte plaque de graisse grise et molle les masque d'ordinaire et les dérobe à la vue.

Les poches sont de couleur grise, multilobées et de forme allongée. La postérieure est plus grosse que l'antérieure. La membrane interne est fortement pointillée de pigment. Le canal excréteur est en entier plongé dans le canal osseux; sa direction est d'abord fortement oblique en haut et en dedans (l'animal étant sur le dos), puis à peu près normale à la surface externe.

Le trou d'ouverture, en général plus large en arrière qu'en avant et souvent obstrué de matières épithéliales, se voit très-près de la ligne où s'arrête la peau et sur le bord de la plaque inguinale en arrière, de la plaque axillaire en avant.

Quel est le rôle physiologique de cette excrétion? Je ne saurais le dire, et j'en laisse l'interprétation aux savants. Chez l'Émyde, qui passe souvent un temps assez long hors de l'eau, l'humeur sécrétée peut très-bien servir à entretenir l'humidité de la peau, ce qui a lieu en effet. Mais chez la *Trionyx*, ce

n'est guère admissible, et l'absence d'odeur spéciale écarte l'idée d'un rôle génésique (1), et cependant l'importance de l'appareil fait soupçonner une valeur assez grande de la fonction.

(1) Mon collègue, qui a observé pendant les chaleurs, affirme que ce liquide a une odeur *sui generis* et très-forte.

EXPLICATION DES FIGURES.

PLANCHE 11, B.

Fig. 1. Ensemble de l'appareil. — *c*, *c'*, *c''*, poches avec leur canal excréteur; *ar*, branche de l'artère sous-clavière; *v*, veine; vaisseau collatéral de toute la région dorsale et latérale, situé en dehors du péritoine; *rr*, les reins; *vp*, veine porte rénale.

Fig. 2 et 3. Coupes des poches, faisant voir les plis de la membrane interne, ou cloisons.

Fig. 4. Schéma (l'animal étant renversé sur le dos). — *a*, poche; *b*, le bouclier dorsal; *p*, le plastron; *v*, le ventre; *m*, muscle rétracteur de l'épaule coupé.

DESCRIPTION

DES CRUSTACÉS RARES OU NOUVEAUX

DES COTES DE FRANCE

DÉCRITS ET PEINTS SUR DES INDIVIDUS VIVANTS

Par M. HESSE.

(Vingt-huitième article.)

Description de nouveaux Crustacés de la légion des *Branchiopodes*, de l'ordre des *Cladocères*, formant la nouvelle famille des *Copéchétiens* (1) et le nouveau genre *Copechæte*, Nobis.

Les Crustacés qui font l'objet de ce mémoire se rapprochent considérablement, par leurs formes et par leurs manières de vivre, des *Entomostracéens*. Comme eux ils ont le corps entièrement renfermé entre les valves d'une carapace conchiforme; ils ne s'en distinguent que par une séparation plus ou moins profonde, qui divise celle-ci en deux parties : l'une antérieure, qui est la plus petite, qui protége la tête et recouvre la base des antennes; l'autre, la plus grande, qui renferme tout le reste du corps, particularité qui les range dans la catégorie des *Daphnoïdiens*.

D'une très-petite taille, comme celle des *Ostracodes*, et cependant plus grands que ceux-ci, ils sont néanmoins très-difficiles à découvrir, probablement parce qu'au lieu de vivre

(1) De κώπη, rame, et de χαίτη, crin.

dans les eaux douces, calmes et peu profondes, des mares, des lacs, des étangs et des canaux, ils habitent la mer, où l'espace est infini.

§ 1. — Description.

Les débuts embryonnaires de ces Crustacés me sont absolument inconnus; j'ai pu seulement me procurer les *œufs* de deux d'entre eux, et encore n'étaient-ils pas parvenus au même degré d'incubation, car ils n'avaient pas le même aspect.

Les uns sont remarquables par leur forme ovale et très-allongée; ils paraissent renfermés dans une enveloppe épaisse (1) qui se fend longitudinalement au moment de leur éclosion. (2) L'autre, que j'ai figuré isolément (3), avait abandonné l'enceinte incubatoire et était tombé au fond du vase dans lequel se trouvait la femelle qui l'avait perdu, et n'avait pas encore atteint tout son développement.

La forme de cet *œuf* est sphérique; son enveloppe est transparente et permet de voir les globules qu'elle contient et qui sont d'égale grosseur; mais cette extrême ténuité de l'enveloppe démontrait évidemment qu'il était sorti prématurément, et par une cause violente, du lieu d'incubation et avant qu'elle eût acquis l'épaisseur habituelle.

Voici maintenant la description de quatre espèces qui font l'objet de ce mémoire.

1. Copéchète allongée. — *Copechœte elongata*, Nobis (4).

Elle a environ 4 millimètres de long sur 2 de large. Sa coquille est oblongue et aussi grosse à ses deux extrémités, qui se terminent en pointes arrondies.

On remarque à sa partie antérieure, des deux côtés, une fente symétrique horizontale, qui partage en deux parties à peu près égales son extrémité, de manière à simuler des mandi-

(1) Fig. 1 et 7.
(2) Fig. 1.
(3) Fig. 1 et 7.
(4) Fig. 17.

bules, dont la supérieure, qui est un peu plus longue, est recourbée et dépasse l'inférieure, qui est arrondie.

On aperçoit aussi, non loin de là et du bord dorsal, à travers la coquille, les *yeux*, qui sont très-gros, de forme ovale, et qui sont placés latéralement à une certaine distance les uns des autres.

Au-dessus du bord supérieur, on voit une paire d'*antennes* assez grêles, terminées à leur extrémité par un fouet divisé en sept ou huit articles moniliformes.

Un peu plus bas et en avant, se trouve une paire de pattes larges et plates, qui sont garnies de fortes épines recourbées et de poils pennés.

Le bord inférieur de la carapace est garni de petites pointes aiguës et recourbées.

A l'extrémité postérieure de la coquille et en dessous du bord inférieur, on aperçoit la *queue* de ce Crustacé, qui est tronquée au bout et entourée d'un bourrelet en fer à cheval, dans lequel sont implantées de fortes griffes crochues, au nombre de vingt-deux, et qui sont serrées l'une contre l'autre à la base comme les dents d'un peigne, et dont les pointes sont divergentes (1).

Ces griffes sont fortifiées au milieu par une nervure qui les parcourt dans toute leur étendue (2).

Un peu plus au milieu de l'*appendice caudal* et à son bord supérieur, tourné du côté de la coquille, on aperçoit l'*abdomen*, surmonté d'une petite protubérance charnue, qui semble perforée à son sommet et qui doit être l'*orifice anal*.

On aperçoit encore à l'extrémité inférieure de la coquille, et derrière l'abdomen, des *œufs* (3) dont il ne reste plus que les enveloppes; celles-ci paraissent avoir laissé échapper leur contenu par une ouverture longitudinale.

Coloration. — La coquille est d'un jaune pâle uniforme,

(1) Fig. 1. Le Crustacé étant vu de profil, on n'aperçoit qu'environ la moitié de ses griffes.

(2) Fig. 2.

(3) Fig. 1.

teinté de rouge carminé au milieu, qui est probablement dû à la présence du corps de ce Crustacé que l'on aperçoit par transparence, à travers les valves de la coquille. Le corps, légèrement affaissé et descendu vers le bord inférieur, laisse voir son extrémité postérieure et plusieurs enveloppes d'œufs qui lui sont encore adhérentes et paraissent vides. Les yeux sont noirs.

Habitat. — Individu trouvé le 17 juin 1857 sous les pierres d'une jetée en mer, près du port de Brest.

2. COPÉCHÈTE VOISINE. — *Copechœte affinis* (1).

Elle est un peu plus grande que la précédente, et, comme son nom l'indique, elle s'en rapproche beaucoup.

Son enveloppe conchiforme est un peu moins allongée et plus large, et son extrémité postérieure est plus pointue.

La partie antérieure de sa coquille est séparée en deux, comme dans l'autre espèce, par une fente ou une déhiscence latérale légèrement arquée; mais dans celle-ci la partie inférieure est plus arrondie et beaucoup plus courte que la supérieure.

Les *antennes* sont terminées par une tige moniliforme composée de sept ou huit articles.

La *première patte thoracique* est garnie à son extrémité de plusieurs soies rigides et flabelliformes dont la longueur dépasse de beaucoup l'extrémité postérieure de la coquille (2).

On aperçoit aussi une paire de pattes qui suit celle-ci, qui sont plates et garnies de fortes griffes pointues, légèrement recourbées.

Les *yeux* (3), qui sont placés à la partie antérieure et supérieure de la tête, sont très-gros et formés de petits cristallins à facettes enchâssées dans un pigment noir, et recouverts en entier d'une tunique commune transparente et aplatie. On les aperçoit à travers l'enveloppe conchylioïde.

(1) Fig. 3.
(2) Fig. 3 et 6.
(3) Fig. 6.

Comme dans l'autre espèce, le corps est terminé par une *queue* très-robuste, tronquée à son extrémité et entourée d'un fort bourrelet en relief, dans lequel sont implantées trente fortes griffes articulées à leur base, qui vont en diminuant de grosseur et de longueur en partant du centre aux extrémités.

Elles sont serrées l'une contre l'autre à leur base, mais elles sont écartées à leur sommet, à raison de ce qu'elles sont divergentes et qu'elles vont toujours en diminuant de grosseur. Elles sont également, comme dans l'autre espèce, renforcées dans toute leur étendue d'une nervure destinée à les consolider.

On voit aussi, au-dessus de cette queue (1), l'abdomen, qui est assez long, arrondi et charnu, recourbé en haut et terminé par trois pointes mousses (2).

Coloration. — La coquille est d'un jaune-citron très-vif; elle présente au centre une très-large tache ovale, d'un rouge vermillon éclatant, qui est due à la présence du corps de ce Crustacé que l'on aperçoit par transparence.

Les yeux sont noirs au milieu et blancs autour.

Habitat. — Trouvé le 14 septembre 1866, à 4 kilomètres de Brest, à l'endroit dit *Quatre-Pompes*, dans l'intérieur de la cavité digestive d'un Acalèphe, qui l'avait probablement recueilli en nageant à la surface de l'eau ou contre les parois d'une chaussée qui se trouve à cet endroit.

3. Copéchète fendue. — *Copechœte fissa*, Nobis (3).

Elle peut avoir 4 millimètres de longueur sur 2 de largeur. La coquille dans laquelle elle est renfermée est de forme ovoïde allongée, et les extrémités en sont arrondies et à peu près de la même largeur.

Elle présente à sa partie antérieure une fente profonde, ovale, remontant vers le bord supérieur et simulant une sorte

(1) Fig. 4.
(2) Fig. 4.
(3) Fig. 7.

de mandibule; celle qui est en dessous est échancrée en sens inverse et est également arrondie, et par suite de cette combinaison ressemblerait à une mâchoire inférieure.

Les *yeux* sont très-gros, de forme ovale, et, comme ceux de l'autre espèce, formés d'un grand nombre de cristallins qui sont blancs autour et enchâssés dans une matière pigmentaire noire au milieu. Ils sont placés de chaque côté de la tête et s'aperçoivent à travers la coquille.

On voit à la partie antérieure et supérieure de celle-ci une paire de pattes très-larges et très-plates (1), qui est armée de griffes puissantes et garnie de cils nombreux et pennés, et généralement dirigées en haut.

Les pattes inférieures ressemblent presque à celles-ci, mais elles sont tournées en sens inverse, c'est-à-dire en bas.

En dessous des pattes supérieures, on aperçoit les *antennes*, qui sont cylindriques longues et grêles, terminées par un fouet moniliforme, composé de huit articles.

Le *corps*, qu'on n'aperçoit dans la partie supérieure de la coquille qu'à travers ses valves, paraît très-gros. Dans mon dessin on voit une partie de son *abdomen* en dessous des bords de celle-ci; il fait saillie et est placé en dessus et en avant de l'*appendice caudal*, qui est conformé de la même manière que ceux que j'ai décrits dans les espèces précédentes. On remarque également au milieu du bord supérieur une petite ouverture, qui est probablement l'orifice intestinal ou vaginal.

On voit aussi, comme dans la *Copéchète allongée*, entre la tête et l'abdomen, une sorte de membrane qui dépasse le bord inférieur de la coquille et qui est bordée de petits piquants en forme de crochets (2).

On remarque en outre à l'extrémité inférieure trois *œufs*, qui paraissent entiers et qui sont remarquables par leur forme ovale très-allongée.

On aperçoit à la partie antérieure de la coquille deux paires

(1) Fig. 5.
(2) Fig. 7.

de pattes, bordées de poils articulés et pourvues d'épines robustes (1).

Coloration. — La coquille est d'une couleur blanc sale, à travers laquelle on aperçoit les yeux, qui sont très-gros et ovales et de couleur noire. Le corps, qui est jaune-soufre, est teinté à sa partie inférieure de vermillon. Les pattes et les autres parties du corps sont blanchâtres. On voit, à travers la peau qui recouvre l'extrémité du corps, des granulations d'une couleur un peu plus foncée.

Habitat. — Trouvé la première fois le 3 octobre 1857, sous les pierres d'une chaussée près du port de Brest, et le 10 juillet 1862 dans l'*œsophage* d'un Surmulet (*Mullus Surmuletus*). Celui que j'ai recueilli sous les pierres était vivant, et ses mouvements étaient extrêmement lents, probablement parce qu'il était resté quelque temps hors de l'eau, attendu que je l'ai rencontré dans une partie assez élevée du rivage.

4. COPÉCHÈTE ARMORICAINE. — *Copechæte armoricana*, Nobis (2).

Elle a à peu près 4 millimètres de longueur sur 2 de largeur. Son *corps* est plus ramassé et moins ovale que celui des espèces précédentes, et la partie antérieure de sa coquille est beaucoup plus étroite que la postérieure, qui est aussi plus arrondie et légèrement rétrécie au milieu.

Comme ses congénères, elle présente à la partie antérieure de la coquille une *fente* latérale qui la contourne et en forme une sorte d'*opercule* ou de bouclier triangulaire qui, en recouvrant la tête, semble s'adapter à l'ouverture placée en dessous (3).

On aperçoit, sortant du bord supérieur et antérieur de la coquille, plusieurs pointes et des poils articulés et pennés, précédant les *antennes*, qui sont longues, cylindriques et grêles, et terminées par des articulations au nombre de sept ou huit,

(1) Fig. 15.
(2) Fig. 9.
(3) Fig. 9, 10, 12 et 13.

garnies de soies (1); puis viennent les pattes thoraciques, qui sont, comme dans les autres espèces, plates, larges, garnies de fortes griffes et de poils pennés.

Un peu plus bas on voit la seconde paire de pattes, également terminée par des griffes puissantes et de longues soies très-rigides, très-longues et flabelliformes, qui dépassent de beaucoup l'extrémité postérieure de la coquille (2).

Les bords inférieurs des valves sont également garnis de *petites pointes crochues* (3); et un peu plus loin, en arrière, on aperçoit la *queue* de ce Crustacé, qui est absolument conformée comme celle que j'ai décrite dans les autres espèces. Elle est aussi garnie de vingt-six griffes disposées en fer à cheval autour de son extrémité inférieure.

Les *yeux* sont grands et conformés comme ceux que j'ai décrits; ils sont placés près de l'ouverture latérale de la fissure antérieure des valves et sont portés sur des pédoncules assez longs et mobiles qui leur permettent de se mouvoir dans diverses directions.

Les *branchies* sont longues, plates et flabelliformes; elles sont placées à la partie latérale et centrale du corps, et sont agitées d'un mouvement très-actif et flexueux, qui se manifeste de la base au sommet et est dirigé d'arrière en avant. Elles se meuvent horizontalement et viennent battre à plat contre la partie latérale du corps.

Les *œufs* (4) sont très-nombreux. Toute la partie supérieure et postérieure abdominale en est remplie, et ils sont polygonaux à raison de la compression qu'ils ont éprouvée par suite de leur tassement dans l'espace où ils étaient renfermés. Mais ils reprennent leur forme sphérique dès qu'ils n'éprouvent plus de compression.

Coloration. — La coquille est d'un jaune d'or vif, flambé de longues taches brisées de couleur vermillon. On aperçoit au milieu, sur la ligne dorsale, une tache carrée, de couleur

(1) Fig. 9 et 14.
(2) Fig. 9 et 10.
(3) Fig. 9 et 8.
(4) Fig. 17 et 9.

rouille qui est séparée en deux par les bords supérieurs de la coquille. Les yeux sont noirs.

Habitat. — Trouvé un seul exemplaire le 10 décembre 1869, dans un tas d'Algues et de *Melobesia* dragués dans la rade de Brest. J'ai pu le conserver vivant jusqu'au 3 février 1870, c'est-à-dire *cinquante-quatre jours*.

§ 2. — Physiologie.

Les quatre Crustacés que je viens de décrire étant les seuls que j'aie pu me procurer, j'ai cru, dans la crainte de ne pouvoir les remplacer, ne pas devoir les sacrifier pour en faire l'anatomie. Je me suis donc borné à ne parler que de ce que j'ai aperçu, soit à travers leur enveloppe conchiforme, soit en dehors des valves de leurs coquilles.

Comme on a pu le voir par la description que j'en ai donnée, ils ont beaucoup de rapport avec les *Bosminidiens* (1), genre créé par Baird, près desquels je me propose de les placer, et à cet effet j'ai établi une nouvelle famille à laquelle j'ai donné le nom de *Copéchétiens*, et au genre celui de *Copechæte*.

Ainsi que les *Bosminidiens*, les *Copéchétiens* ont les antennes très-minces (2) et d'une longueur assez grande, surtout si on les compare à celles des *Lyncéidés*, qui les ont courtes et garnies à leur extrémité, d'une touffe de poils. Chez les femelles des *Copéchétiens*, elles sont mobiles dans toute leur étendue, mais il paraît qu'il n'en est pas de même chez celles des *Lyncéidiens* (3).

(1) J'ai eu recours, pour cette classification, au mémoire très-complet et très-utile, surtout à raison de la synonymie qu'il présente, de MM. Norman et Brady : *A Monograph on the British, Entomostraca belonging to lhe families* BOSMINIDÆ, MACROTRICHIDÆ *and* LYNCEIDÆ. London, 1867, pages 5, 6 et 7, planches XXII, fig. 1, 2, 3 et 4.

(2) Fig. 1, 3, 7, 9 et 10 de ma planche.

(3) En effet, les savants naturalistes anglais que je viens de nommer, MM. Norman et Brady, prétendent que les *antennes supérieures*, qui se trouvent préci sément faire suite au prolongement frontal, n'ont pas d'articulation à leur base et sont soudées à cet endroit *chez les femelles seulement* : « ...to which are affixed immovably, in the female, the anterior antennæ ». Tandis que chez le mâle, c'est le contraire qui a lieu : « In the male, and the antrieor antennæ are

Je n'ai pas aperçu dans les *Copéchétiens* une deuxième paire d'antennes. En ont-ils ou n'en ont-ils pas? c'est ce que je ne saurais affirmer. Toutefois je ne crois pas pouvoir donner ce nom aux pattes larges et plates, garnies de pointes aiguës, de poils pennés ou de longues soies flabelliformes, que l'on remarque à la partie antérieure de la coquille et qui s'avancent au devant d'elle (1) ; car, dans mon opinion, ce sont les premières pattes thoraciques, et, comme je les ai vues à l'œuvre, je ne saurais admettre qu'elles soient employées à d'autres fonctions qu'à la locomotion ou à la natation, comme pattes ou comme rames.

C'est aussi au même usage que me semble consacrées les premières et larges pattes plates des *Copéchètes allongée*, *voisine* et *armoricaine*, qui, suivant l'âge et le sexe, peuvent changer les pointes aiguës et les poils pennés qui les garnissent en longues soies flabelliformes, comme on le voit dans les *Copéchètes voisine* et *armoricaine* (2).

» movable, being articulated at the point of junction with the head. » Cette remarquable singularité est sans doute spéciale à cette seule espèce de Crustacés, car je doute qu'on puisse en rencontrer d'autres exemples ches les Crustacés ou chez les Insectes. Les antennes sont en effet toujours placées près des organes visuels et d'acoustique, pour leur servir de vigie et les prévenir à temps, par les vibrations de l'air ou de l'eau qu'elles perçoivent et qu'elles transmettent, des dangers qui peuvent se présenter. Elles ont donc besoin, pour exercer utilement leurs fonctions, d'une grande liberté d'action et de se mouvoir dans tous les sens. Du reste, ces messieurs paraissent considérer les premières antennes comme le prolongement du rostre, ainsi que le prouverait le nom qu'ils ont donné de *longirostris* à la Bosminie représentée à la planche XXII, fig. 4, et cependant ce prolongement n'est pas dû au bord frontal, mais bien aux antennes.

(1) Fig. 1, 3, 7, 9, 5, 6 et 15. Je suis du nombre des naturalistes qui ne reconnaissent pas aux *Entomostracés* une *deuxième paire d'antennes*. Dans mon opinion, celles que l'on désigne sous ce nom sont *les premières pattes thoraciques*; elles en ont toute la forme, elles sont garnies à leur extrémité de griffes préhensiles dont ils se servent pour saisir les objets et pour progresser. Je n'ai pas étudié les *Ostracodes d'eau douce,* mais beaucoup ceux qui habitent la mer, et je crois pouvoir affirmer que lorsqu'on les a vus fonctionner, il ne saurait exister de doute à cet égard.

(2) Les *Copéchètes* ne sont pas les seuls Crustacés chez lesquels j'aie constaté la présence de ces longues soies ou crins. J'ai donné, dans les *Annales des sciences naturelles* en 1862 (tome XVIII, pages 343, 355, pl. 18), sous le nom de *Cœliacole sétigère,* la description d'un singulier Crustacé qui a quatre paires

L'abdomen est infiniment plus court que le prolongement caudal, en dessous duquel il se trouve placé; son extrémité est arrondie et relevée du côté de la surface thoracique (1).

L'appendice caudal (2) est extrêmement remarquable, et c'est sa conformation toute particulière qui me semble être un des principaux motifs qui nécessitent la séparation de la famille des *Bosminidés* de celle des *Copéchètes*.

En effet, au lieu de se terminer en pointe, comme cela a lieu dans les premiers Crustacés, son extrémité est au contraire tronquée au bout, et celle-ci est très-large et entourée d'un bourrelet saillant en forme de fer à cheval, garni de longues griffes pointues articulées à leur base, et serrées l'une contre l'autre et allant en diminuant de longueur du centre aux extrémités.

Cette partie du corps paraît remarquable par sa force; elle est pourvue de deux muscles très-robustes, l'un fléchisseur et l'autre extenseur, qui, en se contractant ou en se détendant, doivent, lorsqu'elle trouve un point d'appui, contribuer puissamment à la propulsion de ces Crustacés (3) ou à sa fixation sur un objet saisi.

N'ayant pu, comme je l'ai déjà dit, apercevoir que très-imparfaitement les parties du corps recouvertes par les valves de la coquille, je n'ai pu suivre les effets de la circulation, ni

de pattes thoraciques garnies aussi de longues soies rigides; mais comme il vit renfermé dans l'intérieur des Ascidies, il lui serait impossible, à raison du peu d'espace dont il dispose, de s'en servir pour nager, mais seulement pour se pousser. Ainsi, chez les *Copéchètes*, elles servent de rames, et chez les *Cœliacoles* de gaffes. Je dois ajouter que M. Thorell, professeur de zoologie à Upsal, ayant décrit ce Crustacé en 1859, sous le nom d'*Ascidicola rosea* (pages 56, 61, planche IX, fig. 13), dans un très-remarquable mémoire intitulé: *Bidrag till Kännedomen om Krustaceer som lefva i arter af Slägtet Ascidia*, doit avoir la priorité.

(1) Fig. 4.

(2) Fig. 4, 1, 3, 7 et 9.

(3) Les *Bosminidies Corégonie* et *longirostris* de MM. Norman et Brady (pl. XXII, fig. 3), semblent aussi avoir l'extrémité de l'appendice caudal tronquée; mais comme elles ne sont armées que de deux petites griffes, ce ne serait qu'un caractère de plus qui servirait à justifier le rapprochement de ces deux familles.

me fixer sur la conformation de la bouche ; mais j'ai vu cependant, par transparence, s'agiter avec beaucoup de vivacité les branchies, qui sont longues, étroites et flexueuses et placées au centre du corps et viennent battre contre sa partie latérale. J'ai également pu suivre le trajet du tube digestif, qui se rend directement de la bouche à l'extrémité inférieure du corps (1).

J'ai été plus favorisé pour les *yeux* (2), qui sont moins cachés que les autres organes. Ils sont portés sur un pédoncule gros et assez court, mais mobile. Ils sont relativement assez grands ; leur surface antérieure est large et aplatie. Ils se composent d'une quantité de cristallins blancs qui environnent ceux du milieu, qui sont enchâssés dans un pigment noir et recouverts d'une enveloppe unique, mince et transparente. Ces yeux sont mobiles en ce sens qu'ils peuvent se diriger à droite ou à gauche, s'avancer ou se retirer, mais ils n'ont pas de mouvement de rotation sur eux-mêmes (3).

Comme les *Bosminidies*, les *Copéchètes* n'ont pas de taches oculiformes qui précèdent les yeux ordinaires ; c'est encore un caractère qui les rapproche de ces premiers Crustacés.

Il me reste, pour terminer la description de ces Crustacés, à parler de la conformation de leur enveloppe conchiforme. Elle a généralement une forme ovoïde-allongée, du moins c'est celle des *Copéchètes allongée*, *voisine* et *fendue* ; la quatrième, l'*armoricaine, est plus courte et plus arrondie*, surtout à son extrémité postérieure, qui est plus large que l'antérieure.

La manière dont les valves sont fendues à leur partie antérieure varie aussi beaucoup, pour la forme et pour l'étendue. Ainsi, dans les *Copéchètes allongée* et *voisine*, les incisions ont beaucoup de rapport entre elles, mais elles sont bien diffé-

(1) Fig. 1 et 9.

(2) Chose étrange, la conformation de ces *yeux* a le plus grand rapport avec celle des larves des *Cirripèdes, précisément durant le temps où celles-ci habitent aussi une coquille bivalve*, avec cette différence toutefois que les yeux des Cirripèdes, étant braqués comme à une meurtrière, à une ouverture circulaire pratiquée *ad hoc*, au milieu des valves de la coquille, ne peuvent que regarder en face et jouissent seulement d'un mouvement de rotation sur place.

(3) Fig. 1 et 3.

rentes chez la *Copéchète fendue* (1) et surtout chez l'*armoricaine* (2). Dans l'avant-dernière, cette incision remonte de chaque côté, mais n'atteint pas la ligne dorsale, tandis que dans la dernière la partie antérieure et supérieure de la coquille paraît articulée et mobile ; elle se soulève et s'abaisse à volonté, pour laisser passer les antennes et les pattes antérieures; elle protége la tête, et ferme l'ouverture ovale placée en dessous et qui est formée par l'échancrure des valves (3).

Les œufs ne paraissent pas avoir la même forme ni les mêmes dimensions chez les individus que j'ai décrits : en effet, chez les *Copéchètes allongée* et *fendue*, ils sont relativement très-gros et d'une forme ovale très-allongée, tandis que dans l'*armoricaine* ils sont petits et arrondis. Mais ces derniers n'étaient probablement pas encore arrivés à leur état de maturité; ils remplissaient toute la cavité antéro-postérieure de la coquille et étaient tellement entassés, qu'ils avaient pris une forme hexagonale.

§ 3. — Biologie.

La difficulté extrême de se procurer des Crustacés d'une aussi petite taille, et celle non moins grande de les conserver vivants lorsqu'ils sont placés dans des conditions si différentes de celles qu'ils occupent en liberté, sont autant d'obstacles que l'on a à surmonter pour étudier leurs mœurs, et encore cet état de captivité ne saurait nécessairement en donner une idée complète. Je me bornerai donc à rendre compte de ce que j'ai pu voir chez un de ces Crustacés que j'ai eu l'avantage de conserver assez longtemps vivant.

Tous les Crustacés que j'ai décrits habitent la mer, et sous ce rapport se distinguent des autres espèces décrites précédem-

(1) Fig. 7.

(2) Fig. 9, 10, 12 et 13.

(3) Une échancrure de ce genre a aussi été signalée chez des *Cypris d'eau douce* décrits par M. Plateau dans ses *Recherches sur les Crustacés d'eau douce de la Belgique*, qu'il a publiées à Bruxelles en 1867, et dont, pour ce motif, il a établi une subdivision dans laquelle figurent quatre espèces.

ment, lesquelles, au contraire, vivent dans les eaux douces courantes ou stagnantes.

Parmi ceux dont je m'occupe, j'en ai trouvé un sous les pierres du rivage, l'autre dans l'estomac d'un Poisson, un autre dans les cavités digestives d'un Acalèphe, et enfin le dernier dans un tas de *Fucus* et de *Melobesia* rapportés du fond de la mer par la drague. Ces divers lieux d'origine fournissent quelques indications sur leur manière de vivre. On voit en effet que s'ils se réfugient sous les pierres du rivage, ils se hasardent aussi à le quitter pour se lancer en pleine eau. Je sais d'ailleurs par l'*armoricaine*, que j'ai pu étudier plus que les autres, qu'elle nage avec une grande rapidité, ce qui est le contraire chez les autres Entomostracés, et qu'elle se tenait aisément à la surface de l'eau, où ils sont recueillis, soit par des Discophores, soit par des Poissons, tels que les Surmulets (1).

Les *Copéchètes* ne manquent pas de moyens de propulsion; car, outre les pattes plus courtes garnies de soies pennées qui leur servent, en les agitant, à les soutenir dans l'eau, elles ont en outre celles qui sont armées de longues soies criniformes et divergentes, qui ressemblent aux nageoires pectorales des Poissons et remplissent les fonctions de rames natatoires. La disposition de ces pattes garnies de soies pennées doit nécessairement servir à retenir et à saisir les plus petits objets, et les pointes robustes dont elles sont armées, ainsi que celles qui garnissent

(1) Les Mulets ou Surmulets sont d'habiles chercheurs de petits Crustacés, d'Annélides et de Mollusques, dont ils font habituellement leur nourriture. Ils ont été dotés, à cet effet, de barbillons placés de chaque côté de la bouche, avec lesquels ils fouillent la vase, le sable et les fentes des rochers pour en extraire les petits animaux.

Quant aux Acalèphes, ils sont aussi des explorateurs très-adroits, et j'ai eu fréquemment l'occasion de les voir visiter avec le plus grand soin et une *intelligence* remarquable, à l'aide des appendices ou des tentacules qui bordent leur disque, les parois des rochers, les murs des chaussées, les carènes des navires, les cordages submergés et les amas de Goëmon flottants, dans le but de se procurer les petits animaux dont ils se nourrissent. A les voir se diriger directement et avec précision vers les objets qu'ils veulent explorer, éviter les obstacles qui se trouvent sur leur passage, se mouvoir dans un sens ou dans un autre, et se renverser sens dessus dessous pour saisir leur proie, quelque petite

l'extrémité caudale, doivent leur fournir des moyens de préhension et leur servir aussi d'armes de défense.

Voici, du reste, pour terminer les observations particulières et quotidiennes que j'ai faites sur l'*armoricana* pendant *cinquante-quatre jours* que j'ai pu la conserver.

Afin de pouvoir l'examiner plus facilement, je l'avais placée dans un tube de verre rempli d'eau, d'une assez petite capacité et d'un faible diamètre, pour que, de cette manière, aucun de ses mouvements ne puisse m'échapper.

Elle se maintenait d'habitude à 2 ou 3 millimètres de la surface de l'eau, soutenue probablement par l'air qu'elle emmagasinait dans les valves de sa coquille ou à l'aide de petits corps flottants auxquels elle s'accrochait avant de se mettre en mouvement (1). Elle faisait une évolution sur elle-même, dans laquelle l'ouverture de ses valves était tantôt en dessus, tantôt en dessous; puis elle prenait son essor et nageait par saccades avec une grande rapidité, et l'on pouvait alors apercevoir facilement l'action latérale de ses pattes pourvues de longues soies dont elle se servait comme de rames. Quelquefois elle s'appuyait contre les parois du tube; mais comme elles étaient lisses et n'offraient aucune prise, elle les enduisait d'une matière mucilagineuse,

qu'elle soit, il est évident que ce n'est pas le hasard qui les guide, mais bien le raisonnement et aussi la volonté. Ils sont d'ailleurs munis d'*organes* très-complets de vision, et c'est grâce à eux qu'ils aperçoivent les objets qu'ils cherchent et se dirigent sur eux. Je ne saurais donc, malgré le profond respect et l'admiration que je professe pour les travaux du célèbre professeur Dujardin admettre avec lui que les points colorés en noir ou en rouge, qui sont au nombre de 4, de 6 ou de 8, disposés symétriquement au bord de l'ombrelle, et auxquels on attribue un cristallin et un pigment comme à de vrais yeux, et un ganglion nerveux, au lieu de ce cristallin comparable à ceux des autres animaux, *ne soient que des cristaux hexagones de matière inorganique*. Car, s'il en était ainsi, il faudrait alors, pour expliquer les faits dont j'ai été témoin, qu'ils fussent doués d'autres organes de vision pour remplacer ceux-ci, et je ne crois pas qu'on leur en ait attribué d'autres.

(1) J'ai remarqué que plusieurs Crustacés jouissaient de ce privilége. On les voit, sans faire le moindre mouvement, rester à la surface de l'eau indéfiniment. Certains *Amphipodes* sont dans ce cas; les *Cypridiens* surtout ont cet avantage, leur corps paraissant gras et luisant. Sont-ils plus légers que l'eau, ou cela tient-il à l'air qu'ils ont en réserve dans les valves de leur coquille ?

contre laquelle elle paraissait s'accrocher, ou à l'aide d'une certaine adhérence qu'elle provoquait par l'application hermétique de ses valves minces et flexibles, elle parvenait ainsi à se maintenir à la même place. On apercevait l'effet de cette contraction par la présence d'une cavité d'une assez grande étendue, qui se produisait au centre de la coquille et qui disparaissait dès que son action cessait, à raison de leur élasticité qui leur permettait de reprendre leur forme primitive. Par suite de cette grande flexibilité, la carapace éprouve souvent des modifications dans ses formes, dans lesquelles on voit alternativement le bord supérieur de la partie antérieure de la coquille, à l'endroit qui recouvre la tête, dépasser tantôt le bord inférieur, tantôt au contraire le bord supérieur le déborder (1). Mais ces effets ne sauraient se produire chez les *Ostracodes*, dont les coquilles cornéo-crétacées se rapprochent, pour la consistance de celles des Mollusques, et se briseraient plutôt que de ployer.

L'ouverture longitudinale inférieure qui sépare les deux valves de la coquille sert à la sortie des antennes, des pattes et de l'extrémité caudale de ces Crustacés mais les fentes latérales et antérieures paraissent plus particulièrement réservées à favoriser l'action des pattes thoraciques garnies de longues soies qui remplissent les fonctions de rames natatoires, et que du reste j'ai vues fonctionner de cette manière.

C'est aussi probablement pour faciliter les mouvements de la tête, qui, dans ces Crustacés, est très-distincte du corps, que ces échancrures latérales existent, et que, notamment dans l'*armoricana*, l'opercule qui lui recouvre cette partie du corps paraît muni d'une charnière.

§ 4. — Systématisation.

On a vu, par la description que j'ai donnée et par les dessins que j'y ai joints, que les quatre espèces de Crustacés qui font l'objet de ce mémoire, bien qu'appartenant au même genre, présentent néanmoins des caractères individuels assez différents

(1) Fig. 1, 3, 7, 9, 12 et 13.

pour que l'on soit embarrassé de choisir parmi eux un type sur lequel on puisse s'appuyer pour établir leur détermination ; mais il paraît évident, à raison de la forme de la coquille qu'ils habitent, qu'ils appartiennent à la légion des *Branchiopodes* et à l'ordre des *Daphnoïdiens;* et comme il existe encore, entre les Crustacés qui font partie de cet ordre et ceux que j'ai décrits, des différences assez notables, j'ai cru devoir créer pour eux une nouvelle famille à laquelle j'ai donné le nom de *Copéchétiens* et un nouveau genre des *Copechœtes*.

En effet, cette nouvelle famille, d'après les caractères sur lesquels je m'appuie, aurait beaucoup de rapport avec celle des *Bosminidés*, créée par Baird, et cependant s'en éloignerait par d'autres que je vais signaler et qui me semblent justifier la séparation de ces deux genres.

Comme dans les *Bosminidiens*, chez les *Copéchètes*, la partie antérieure de la coquille forme en avant une sorte de visière ou de *capuchon* (*hood-like*) qui protége et recouvre la tête à la base des premières *antennes;* celles-ci sont grêles, simples et contiennent une dizaine d'articulations. Elles ont aussi, comme les premiers, les *yeux* très-gros, portés sur un pédoncule, mais elles n'ont pas, comme les *Lyncéens*, les *Monospiliens*, les *Drépanotrichiens*, une *tache oculiforme* (*eye-spot*) précédant ceux-ci. Les pattes thoraciques dans les *Copéchètes* sont larges et plates, armées de griffes robustes, de pointes de poils ciliés et garnies de longues soies criniformes divergentes et remplissant les fonctions de rames natatoires, qui n'existent pas chez les *Bosminidiens*. Chez les *Copéchètes*, la coquille est ovale-allongée ou arrondie postérieurement, mais jamais tronquée. Elle est unie ou rugueuse et ne *présente pas d'épines fortes et saillantes à l'extrémité postérieure*.

Mais ce qui distingue particulièrement les *Copechètes* des *Bosminidiens*, c'est la terminaison de l'extrémité abdominale, qui est brusquement tronquée au bout et est entourée d'un bourrelet circulaire armé d'une rangée de griffes longues et légèrement recourbées. C'est donc, par suite des considérations qui précèdent, que je crois utile de créer en faveur des Crus-

tacés que je viens de décrire, un nouveau genre que je caractérise comme suit.

Genre COPECHÆTES.

Male. — Inconnu.

Carapace conchiforme, bivalve, cornéo-testacée, mince, flexible, transparente; valves unies ou rugueuses, de forme ovale et arrondie; les deux extrémités étant d'égale longueur, ou l'antérieure plus étroite en avant, et beaucoup plus large et arrondie en arrière, mais sans épines postérieures; partagées en deux parties par une fente latérale plus ou moins profonde, la première partie destinée à protéger la tête et la base des antennes, l'autre à recouvrir le reste du corps.

Antennes formées d'une seule paire, grêles, longues et multi-articulées, suivies de *pattes thoraciques* biramées, larges, plates, au nombre de cinq, garnies de fortes épines, de soies pennées ou de très-longs crins divergents et ramifiés. Branchies longues, flabelliformes, très-actives, et placées de chaque côté au milieu du corps. Tube intestinal simple, un peu infléchi, se rendant directement à l'extrémité de l'abdomen. Celui-ci gros et fort, terminé à son extrémité, qui est tronquée et élargie, par un bourrelet implanté circulairement de griffes longues et pointues, légèrement recourbées, serrées à la base, divergentes à leur extrémité.

Habitat. — Ces Crustacés *exclusivement* ont été recueillis sous les pierres du rivage, parmi les Fucus ou dans l'estomac des Poissons et des Acalèphes.

Classification.

Ces Crustacés se rapprochent beaucoup, par les différents caractères que j'ai fait ressortir, des *Bosminidiens ;* je pense qu'il y a lieu de les placer près d'eux dans la nomenclature carcinologique; et comme la monographie publiée par MM. Norman et Brady sur les *Entomostracés d'Angleterre* est, je crois, le travail le plus récent sur ce sujet, je leur emprunte leur classification, dont je donne ci-après le tableau :

LÉGION DES BRANCHIOPODES.

Sous-ordre des CLADOCÈRES.

Division des CALYPTOMÈRES.

Tribu des ANOMOPODES.

Famille des COPÉCHÉTIENS........	Genre	*Copechœte*, Nobis.
Famille des BOSMINIDIENS.........	Genre	*Bosminidies*, Baird.
Famille des MACROTRICHIDIENS....	Genres	*Macrothrix*, Baird. *Drepanothrix*, Sars. *Lathonure*, Lillejeborg. *Acantholeberis*, Lillejeborg. *Hyocryptus*, Sars.
Famille des LYNCÉIDIENS........	Genres	*Lynceus*, Müller. *Eurycercus*, Baird. *Monospilus*, Sars. *Anchistropus*, Sars.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XII.

Fig. 1. *Copéchète allongée* femelle.— Vue de profil et amplifiée cinquante fois, laisse apercevoir hors de sa coquille ses antennes, l'extrémité de deux pattes thoraciques, celle de son abdomen et de son appendice caudal, armée d'une rangée de griffes serrées à leur base et écartées au sommet, et à l'extrémité inférieure et postérieure plusieurs enveloppes d'œufs vides.

Fig. 2. Pointes très-grossies de celles qui garnissent l'extrémité caudale de ce Crustacé.

Fig. 3. Autre individu, *Copéchète voisine*. — Vue également de profil et au même grossissement que la première, montrant par la fente antérieure de la coquille ses premières pattes thoraciques, plates, armées de pointes aiguës et de poils ciliés; et celle qui est plus bas, garnie à son extrémité de soies rigides et flabelliformes dont la longueur excède celle de la coquille, et près de l'extrémité inférieure de celle-ci celle de l'abdomen, qui est exactement terminée comme dans l'autre espèce.

Fig. 4. Les deux extrémités du corps représentées isolément et plus fortement grossies.

Fig. 5. Extrémité inférieure d'une patte de la même, très-grossie, armée de pointes pennées et d'autres pointes plus fortes.

Fig. 6. Partie antérieure du corps de la même, vue de profil à un très-fort grossissement et sortie de sa coquille montrant un œil placé sur son pédoncule, ainsi que les antennes, les pattes antérieures et celle garnie de soies flabelliformes.

Fg. 7. *Copéchète fendue*, amplifiée 60 fois, montrant à la partie antérieure de sa coquille une paire de pattes plates et larges, garnies d'épines pennées et de griffes crochues, et près de celle-ci une paire d'antennes, minces, cylindriques, terminées par huit articles; puis à l'extrémité inférieure des valves, l'abdomen et l'extrémité caudale garnie de griffes divergentes, et derrière trois œufs qui paraissent entiers.

Fig. 8. Petites pointes très-grossies, qui garnissent le bord inférieur des valves.

Fig. 9. *Copéchète armoricaine*, amplifiée 60 fois, vue de profil, montrant la partie antérieure de la coquille qui recouvre la tête, légèrement soulevée; les antennes, qui sont grêles ; deux pattes thoraciques dont l'une est garnie de longues soies flabelliformes; le bord inférieur de la coquille garni de petites épines; l'extrémité caudale garnie de longues griffes divergentes; l'œil placé dans un enfoncement au bord de la fente supérieure de la coquille, le tube intestinal et les œufs, qui apparaissent à travers celui-ci.

Fig. 10. La même, à un grossissement moindre et vue en dessus.

Fig. 11. Partie antérieure de la coquille de la même, vue en dessous.

Fig. 12 et 13. Partie antérieure de la coquille de la même, vue de profil.

Fig. 14. Extrémité de l'antenne de la même, très-grossie.

Fig. 15. Extrémité d'une patte antérieure thoracique de la même, à un fort grossissement.

Fig. 16. Extrémité encore plus amplifiée d'une patte.

Fig. 17. Œuf de la même avant son incubation.

ÉTUDE

SUR LE

MEMBRE ANTÉRIEUR DU PSEUDOPE DE PALLAS

Par M. H.-E. SAUVAGE.

La famille des Sauriens chalcidiens ou Cyclosauriens comprend des animaux que l'on peut, avec Duméril et Bibron, séparer en deux groupes : les Glyptodermes, dont la peau est une et revêtue seulement de tubercules quadrillés; et les Ptychopleures, chez lesquels la peau est garnie d'écailles. Tandis que presque tous les Reptiles qui font partie du premier groupe sont dépourvus de pattes (Amphisbène, Lépidosterne, Trogonophide) ou n'ont que des membres antérieurs (Chirote), la plupart des Cyclosauriens du second groupe sont pourvus de membres. Toutes les transitions existent du reste entre les animaux chez lesquels les quatre pattes sont bien développées (Zonure, Gerrhosaure, Gerrhonote, etc.), et ceux qui, comme les Ophisaures, sont totalement privés de membres : tantôt, en effet, les pattes sont très-courtes, ainsi qu'on le voit chez les Chalcides, les Chamésaures; tantôt un petit tubercule représente seul la patte postérieure, comme chez le Pseudope de Pallas.

La même gradation se remarque dans la sous-famille des Scincoïdiens saurophthalmes, et l'on a tantôt quatre pattes bien distinctes, comme chez les Cyclodes, les Scinques, les Gongyles, les Hétéropes; tantôt deux pattes seulement, ainsi qu'on les constate chez les Scélotes et les Ophiodes; tandis que chez les Orvets, les Acontias, les Ophiomores, les membres font complétement défaut. Il en est de même chez les Scincoïdiens

typhlophthalmes, chez lesquels les pattes sont tantôt nulles (Typhlines), tandis que l'on voit deux pattes courtes et aplaties à l'arrière du corps chez les Dibames.

Que l'on vienne toutefois à disséquer les animaux qui paraissent manquer totalement de membres, et l'on trouvera chez eux un rudiment de membre caché par les parties molles. En règle, les Cyclosauriens privés de membres n'ont qu'une épaule rudimentaire, et chez eux le sternum fait défaut : tels sont, suivant M. Kitchen Parker (1), les Amphisbènes, les Trogonophides, les Lépidosternes, c'est-à-dire les Chalcidiens que Duméril et Bibron nomment Glyptodermes. Cela est si vrai, qu'un autre Reptile faisant partie du même groupe, mais pourvu de pattes antérieures, le Chirote, possède à la fois un sternum et une épaule. Il ne faut toutefois point trop généraliser le fait : l'Acontias, l'Ophisaure, parmi les Cyclosauriens ; l'Orvet parmi les Scincoïdiens, bien qu'absolument privés de membres, ont une épaule et un sternum : l'appareil sternal est toutefois bien plus développé chez l'Orvet que chez l'Acontias ; méconnu chez l'Orvet et chez l'Ophisaure par Heusinger (2), par J. Müller (3) et par Stannius (4), le sternum avait été parfaitement vu par Cuvier (5).

Nous avons dit plus haut que chez le Pseudope de Pallas, les membres antérieurs font entièrement défaut ; cet animal possède toutefois un sternum et une épaule rudimentaire, ainsi que l'ont constaté Rathke (6), J. Müller et R. Wagner (7), qui se sont contentés d'indiquer brièvement la présence de ces deux parties.

Chez le Pseudope, la région cervicale étant très-courte et composée seulement de trois vertèbres, comme chez beaucoup

(1) *A Monograph on the Structure and Development of the Shoulder-girdle and Sternum in the Vertebrata* (*Ray Society*, 1868).

(2) *Zeitschr. für organisch. Physik.*, t. III, p. 496.

(3) *Zeitschr. für Physiol.* v. Tiedemann und Treviranus, t. IV, p. 227.

(4) *Lehrbuch der vergleich. Anat.*, t. II, p. 139.

(5) *Leçons d'anat. compar.*, t. I, p. 253.

(6) *Ueber den Bau und die Entwickelung des Brustbeins der Saurier.*

(7) *Icones zootom.*

de Sauriens du reste (*Lacerta ocellata*, *Uromastix spinipes*, *Draco lineatus*, *Phrynosoma cornutum*, *Plestiodon Aldrovandi*, *Agama colonorum*, etc.), l'appareil sternal est rapproché de la tête; la région dorsale est, par contre, fort longue : 51 vertèbres; la région lombaire ne se compose que d'une seule vertèbre; la région sacrée est formée de deux os. Le nombre des vertèbres caudales est considérable et s'élève jusqu'à 122, ce qui fait que la colonne vertébrale comprend 179 vertèbres.

D'après Geoffroy Saint-Hilaire (1), chez les Sauriens qu'avec M. Parker nous pourrions appeler typiques (*Sauria squamata typica*), et le Lézard vert en serait un exemple, l'appareil sternal se compose de huit pièces : deux impaires, le *furculaire* (os allongé et en forme de flèche, de Cuvier) et l'*entosternal* (cartilage rhomboïdal, Cuvier), et trois pièces placées symétriquement : l'*acromion* (clavicule de Cuvier), l'*épisternal* et le *coracoïde* (os coracoïdien, Cuvier). Suivant la nomenclature adoptée par M. R. Owen, ces pièces doivent porter les noms d'épisternum, de manubrium, de clavicule, d'urohyal et de coracoïde; pour M. Kitchen Parker, ces pièces seraient l'interclavicule, le sternum, la clavicule, le précoracoïde et le coracoïde.

Au premier abord, l'appareil sternal du Pseudope de Pallas ne paraît être formé que de trois pièces : une pièce antérieure mince et costiforme, la clavicule ou acromion; une pièce médiane qui représente l'os furculaire ou interclavicule, et une pièce postérieure, sternum ou entosternal. Ces pièces seules sont indiquées par Müller et par Rathke.

Suivant ce dernier auteur, « le sternum est, chez le Pseudope, composé de deux pièces azygos ou asymétriques, très-différentes de forme et de grandeur. La plus petite (interclavicule) est placée en dessous de l'autre pièce et intimement unie à elle par du tissu fibreux. La plus grande (présternum) est une pièce assez longue, mais mince, dont le diamètre transverse est le

(1) *Des organes respiratoires sous le rapport de la détermination et de l'identité de leurs pièces osseuses.*

plus considérable; faiblement concave transversalement à sa face supérieure, cette pièce est un peu convexe à sa face inférieure; elle a la forme d'une olive coupée en long, c'est-à-dire qu'elle est faiblement convexe à ses bords antérieur et postérieur, arrondie aux extrémités les plus étroites. La forme de la plaque paraît varier : J. Müller a trouvé le bord de la plaque convexe, tandis que suivant R. Wagner ce bord est concave.

» La pièce extérieure du sternum (interclavicule) consiste en une bande mince, courbée, médiocrement large en son milieu, appointée aux extrémités, à bord convexe dirigé en avant, tandis qu'un prolongement peu long et pointu se détache du milieu du bord concave. En proportion des autres pièces du sternum, cette pièce est plus petite chez l'Orvet que chez le Pseudope. »

Bien que l'appareil sternal soit chez le Pseudope plus simple en apparence que chez l'Orvet, on y retrouve cependant les mêmes pièces, c'est-à-dire, suivant la nomenclature adoptée par M. K. Parker, deux pièces impaires, une *interclavicule* et un *sternum;* et six pièces paires, les *clavicules*, les *scapulaires*, les *supra-scapulaires*, les *coracoïdiens*, les *épicoracoïdiens* et les *précoracoïdiens*, ce qui porte à quatorze le nombre de pièces dont se compose cet appareil sternal.

A la partie la plus antérieure se trouvent les deux *clavicules*, unies entre elles sur la ligne médiane par une extrémité non dilatée, ainsi qu'on le voit chez l'Agame (*Agama colonorum*), le Proctotrète (*Proctotretus chilensis*), le Dragon (*Draco lineatus*), etc.; tandis que chez l'Orvet, si l'on s'en rapporte à la figure donnée par M. K. Parker, les deux os ne se réunissent pas sur la ligne médiane, et cela à cause du grand développement du précoracoïde; chez d'autres Sauriens, cette union n'a pas lieu par l'interposition de l'interclavicule, ainsi que cela se constate chez les Fouette-queue (*Uromastix acanthinurus*), chez le Cyclode (*Cyclodus nigroluteus*) et chez d'autres Reptiles étudiés par M. K. Parker.

La *clavicule* (fig. 13) est un os mince, costiforme, arqué dans son ensemble, coudé dans son tiers externe et un peu

relevé ; le coude que fait l'os à l'union des deux tiers internes et du tiers externe est prononcé, presque aussi fort que chez les Fouette-queue, les Proctotrètes, les Plestiodons (*Plestiodon Aldrovandi*) ; le coude est nul chez les Agames (*Agama colonorum*), les Dragons (*Draco lineatus*).

En arrière du tiers externe de l'os précédemment décrit, se trouve une pièce très-mince et étroite, débordant la clavicule en arrière et s'étendant jusqu'à l'angle que forme cette pièce osseuse. Cette pièce est assez difficile à distinguer du coracoïde ; on voit toutefois à la face cutanée une suture qui limite l'os que nous considérons comme l'analogue d'un *scapulaire*, dont il occupe la place. Cette pièce osseuse est légèrement concave de haut en bas. De même que chez l'Orvet, la clavicule s'étend presque jusqu'à son extrémité postérieure, contrairement à ce que l'on observe chez les Sauriens pourvus de membres ; elle se termine par une pièce allongée, tout à fait cartilagineuse, que l'on doit regarder comme un *suprascapulaire*.

L'*interclavicule* se présente sous la forme d'une bande peu large, allant en s'élargissant de son extrémité externe à la partie médiane, qui donne un faible prolongement dirigé en arrière ; de telle sorte que, détachée, cette pièce ressemble à une ancre dont la branche médiane serait fort courte. L'os est convexe à son bord inférieur, un peu concave à la face profonde. De même que chez l'Orvet, la branche antérieure que l'on voit chez beaucoup de Sauriens n'existe pas ; la forme de la plaque est toutefois bien différente chez l'Orvet et chez le Pseudope, chez lequel le coracoïdien est beaucoup moins étendu. La branche postérieure n'arrive qu'au bord du sternum, au lieu de pénétrer profondément en coin dans cette pièce osseuse, ainsi qu'on le remarque chez la plupart des autres Sauriens. L'interclavicule se place dans la moitié environ de sa longueur, sur la face superficielle du sternum, auquel elle est unie par une membrane fibreuse qui s'attache le long du rebord saillant que l'on voit à la face profonde de l'interclavicule (fig. 12).

Entre l'angle que, dans son tiers externe, forme la clavicule et l'angle interne de l'interclavicule, se trouve une petite pièce osseuse que l'on doit regarder comme un *coracoïde*. Cet os est allongé dans le sens de la hauteur, un peu bombé transversalement; de l'extrémité externe de l'interclavicule à l'angle inférieur que présente l'appareil sternal pris dans son ensemble, se voit une faible crête qui limite l'os en bas; le niveau antérieur est tracé par une ligne qui partirait à peu près de l'extrémité de l'interclavicule. Le coracoïde est aplati et diffère par sa forme de ce que l'on voit chez les autres Sauriens, Orvet compris. Chez ce dernier, existe un foramen coracoïdal entre la clavicule et le coracoïde, percé aux dépens du précoracoïde. Chez le Pseudope de Pallas, ce foramen est ovalaire et placé dans le sens de la longueur, tandis qu'il est transversalement allongé chez l'*Anguis fragilis;* de plus, ce foramen semble plutôt creusé aux dépens du coracoïde. L'os envoie en dehors un large prolongement qui forme le bord externe du foramen, et un autre prolongement qui limite la plus grande partie interne de ce même foramen. Une disposition à peu près semblable se voit chez un Reptile d'un tout autre groupe, le *Læmanctus longipes*. Le long du bord externe du coracoïde on remarque un tubercule peu saillant qui limite une faible échancrure, échancrure que l'on peut regarder comme le vestige d'une cavité glénoïde, et cela d'autant plus, que le scapulaire se termine au niveau de l'échancrure mentionnée.

Entre la clavicule, l'interclavicule et le foramen coracoïdal, s'étend une bande étroite qui occupe la position d'un *précoracoïde*. Cet os, sur lequel repose dans une partie de son étendue la clavicule, ferme en avant le trou coracoïdien par une mince languette qui s'étend en dehors jusqu'au prolongement externe que donne le coracoïde, et se continue jusqu'au sternum. Entre la précoracoïde et le coracoïde se trouve l'*épicoracoïde*.

Le *sternum* se présente sous forme d'une bandelette étroite, allongée transversalement, fortement courbée dans le sens du diamètre bitransversal, réunissant entre eux les coracoïdiens; la largeur de cette bandelette n'est pas supérieure à celle que

l'interclavicule présente dans sa partie médiane. Il n'existe pas de fontanelle sternale, de même que chez l'Orvet et que chez quelques autres Sauriens (*Plestiodon Aldrovandi*, *Tupinambis Dracæna*, *Læmanctus longipes*) ; tandis que le plus souvent on remarque tantôt une fontanelle (*Phrynosoma cornutum*, *Proctotretus chilensis*), tantôt deux fontanelles (*Grammatophora barbata*, *Stellio vulgaris*, *Agama colonorum*, *Draco lineatus*, *Seps chalcides*), entre lesquelles peut se placer la branche postérieure de l'interclavicule (*Uromastix acanthinurus*).

Nous devons faire remarquer que parmi les différentes pièces qui composent l'appareil sterno-brachial du Pseudope de Pallas, la clavicule et l'interclavicule seules sont osseuses; le coracoïde est à demi osseux; les autres pièces restent à l'état cartilagineux.

Chez les Chalcidiens, aussi bien que chez les Scincoïdiens pourvus de membres, la forme et la disposition des diverses pièces qui composent l'appareil sternal sont tout autres que chez l'Orvet et que chez le Pseudope.

On peut dire, en règle générale, que plus les membres sont développés, plus l'appareil est lui-même développé, et cela se conçoit. Le fait est si vrai, que chez les Chalcidiens glyptodermes dépourvus de pattes, tels que l'Amphisbène (*Amphisbæna alba*, *A. fuliginosa*), le Lépidosterne (*Lepidosternum microcephalum*), le Trogonophide (*Trogonophis Wiegmanni*), le sternum n'existe pas, et que l'on ne voit qu'une ceinture scapulaire. Le Pseudope de Pallas, avec son appareil sternal relativement bien développé, doit être regardé comme un animal qui a perdu le membre antérieur; tandis que l'Amphisbène et les deux autres genres qui se groupent autour de lui peuvent être considérés comme des animaux ayant perdu depuis longtemps le membre antérieur. Le Pseudope, à cause de son absence de membre, ne possède toutefois, de même que l'Orvet, que le sternum proprement dit; il manque de mésosternum et de xiphisternum.

Chez un autre Chalcidien glyptoderme, le Chirote (*Chirotes canaliculatus*), tandis que les membres postérieurs font dé-

faut, le membre antérieur, situé à la face inférieure du corps et très-près de la tête, est bien développé; aussi le sternum est-il lui-même développé. Fait intéressant que M. Kitchen Parker a mis en lumière, on retrouve chez l'animal du Mexique les trois divisions du sternum en présternum, en mésosternum, en xiphisternum, parfaitement distinctes; les prolongements du xiphisternal sont libres comme chez les embryons des Mammifères, et comme à l'état adulte on le remarque chez quelques Pangolins, tels que les *Manis longicauda* et *Pholidotus africanus* que cite M. K. Parker. Le coracoïde repose directement sur le présternal; le supra-scapulaire est petit.

Le sternum est grand chez un autre Chalcidien appartenant, celui-ci, au groupe des Ptychopleures, c'est-à-dire au même type que le Pseudope, le Zonure (*Zonurus griseus*). A l'inverse de ce que l'on voit chez les Iguaniens (*Stellio vulgaris*, *Læmanctus longipes*, *Iguana tuberculata*, *Uromastix spinipes*, *Phrynosoma cornuta*), il existe un mésosternal; de même que chez les Varaniens (*Varanus arenarius*), ce mésosternal est très-peu développé et ne porte pas de côtes, fait que l'on remarque chez certains Scincoïdiens, comme les Cyclodes (*Cyclodus nigroluteus*). Chez le Zonure, l'interclavicule n'est pas coudée, elle est mince; l'interclavicule se présente sous la forme d'une croix à branches étroites, pénétrant assez loin dans le sternum; largement séparée de la clavicule, la branche latérale se trouve en rapport avec le précoracoïdien, qui limite deux trous creusés aux dépens du scapulaire et du coracoïde. Ce dernier est bien développé; le scapulaire est mince (fig. 17).

Chez un autre Chalcidien, le Gerrhonote de Morelet, le sternum et l'appareil scapulaire sont semblables à ce que nous avons pu noter chez le Zonure, à cette exception qu'il n'existe pas de mésosternal.

En prenant pour type des Scincoïdiens le Gongyle ocellé, nous verrons que la disposition générale est la même que chez les Chalcidiens. Le présternal est grand et a une forme losangique; le mésosternal, au lieu d'être presque entièrement soudé

au présternal, est bien distinct; le xiphisternal existe. Les clavicules sont larges et pourvues d'un foramen près de leur jonction médiane; le bord postérieur est dentelé, comme on le voit chez le *Trachydromus rugosus*. L'interclavicule, en forme de croix dont les branches antérieure et postérieure ont même longueur, pénètre en coin dans le présternal; les branches latérales, largement séparées des clavicules, s'appuient sur l'épicoracoïde, qui est très-développé, ainsi que cela existe chez le *Trachydrosaurus rugosus* et surtout chez le *Cyclodus nigroluteus*; tandis que cet os est fort réduit chez les Iguaniens (fig. 18).

Pour en revenir au Pseudope de Pallas, aux diverses pièces osseuses décrites plus haut s'insèrent des muscles; ces muscles s'attachant d'autre part à l'appareil hyoïdien, il faut que celui-ci soit fixé pour que les muscles sternaux puissent agir: il nous a semblé, dès lors, utile d'étudier concurremment les muscles hyoïdiens.

Chez certains Sauriens, les Iguaniens par exemple (*Stellio vulgaris*), l'appareil hyoïdien se compose d'une partie centrale bien développée, qui donne naissance à quatre prolongements, deux antérieurs et deux postérieurs, qui sont les cornes de l'hyoïde. L'hyoïde lui-même consiste en une partie un peu élargie et repliée bilatéralement, de telle sorte que la partie convexe soit à la face profonde; de cette portion élargie divergent les cornes; une portion effilée, se prolongeant en avant, supporte la langue et doit être regardée comme un entoglossal; à la partie postérieure se voient deux minces languettes accolées et un peu plus longues que le prolongement antérieur; ces prolongements constituent la queue de l'hyoïde ou urohyal (fig. 3, 4).

Certains Scincoïdiens (Gongyle ocellé) ont les deux prolongements postérieurs largement séparés; le corps de l'hyoïde est peu développé; les cornes antérieures sont courtes, tandis que les cornes postérieures se prolongent latéralement (fig. 7). Semblable disposition se voit chez des Cyclosauriens (*Zonurus griseus*): chez ceux-ci l'entoglossal est

allongé; les deux cornes antérieures sont courtes, les cornes postérieures sont longues et arquées; l'urohyal est composé de deux parties séparées par un large intervalle (fig. 6).

Un Cyclosaurien, le Gerrhonote (*Gerrhonotus Moreleti*, Boct.), nous présente une simplification de l'appareil hyoïdien: l'urohyal a disparu; l'entoglossal est réduit à une petite languette cartilagineuse de peu de longueur, moins prolongée que les cornes antérieures; le corps même de l'hyoïde consiste en une portion peu étendue, tandis que les cornes postérieures sont plus longues (fig. 5).

Que l'on supprime les cornes antérieures si réduites chez le Gerrhonote, et l'on aura la disposition que l'on constate chez le Pseudope de Pallas; l'hyoïde est réduit à une partie triangulaire donnant un grêle et court prolongement antérieur, et à deux cornes longues et arquées, divergeant sous un angle prononcé du corps de l'hyoïde, auquel elles sont réunies par une articulation assez lâche (fig. 8).

Semblable disposition se remarque chez deux autres Sauriens dépourvus de membres, l'*Acontias Meleagris* et l'*Amphisbæna Darwinii* (fig. 9): chez ceux-ci, les cornes postérieures sont plus courtes que l'entoglosse, tandis que c'est l'inverse qui se voit chez le Pseudope.

Muscles hyoïdiens. — De l'angle de la mandibule et de la symphyse part un mince faisceau musculaire qui, dans sa partie antérieure, recouvre l'origine du muscle mylo-hyoïdien, puis longe le bord interne de ce muscle, par rapport auquel il est sur un plan plus superficiel. Un peu avant la pointe de l'hyoïde, ce muscle, l'analogue du muscle *géni-hyoglosse*, décrit par M. Sanders chez le Phrynosome cornu (1), est à son tour recouvert par le maxillo-hyoïdien; il s'insère depuis la pointe jusqu'à l'angle que forme la corne postérieure, tout le long du bord supérieur de celle-ci, à la lèvre profonde, située un peu en arrière de la lèvre superficielle (fig. 1, n° 1).

Chez un autre Saurien dépourvu de membres, l'*Ophiodes*

(1) *Proceed. Zool. Soc.*, 1874, p. 71.

striatus, il en est de même; peu après son origine, le muscle est recouvert par le muscle maxillo-hyoïdien, longe la trachée et s'insère à la partie profonde du bord antérieur de l'hyoïde (fig. 2).

Le muscle mylo-hyoïdien naît en arrière du muscle précédemment décrit, dans une faible étendue de la mâchoire inférieure. Presque immédiatement après son origine, il est recouvert par le muscle maxillo-hyoïdien; arrivées au niveau de l'angle antérieur de l'hyoïde, les fibres de ce muscle s'insèrent sur une membrane dont les fibres sont dirigées obliquement d'avant en arrière et de dehors en dedans, membrane qui s'attache à tout le bord de l'os hyoïde, le muscle lui-même, dont les fibres sont restées longitudinales, s'insérant depuis l'angle externe et postérieur de l'appareil hyoïdien jusqu'à une faible distance de cet angle (fig. 1, n° 2).

Le muscle *maxillo-hyoïdien* est le plus puissant des trois; il s'insère, d'une part, obliquement, près de l'angle de la mandibule, dans ses deux tiers postérieurs environ, en avant du temporal; d'autre part, à la lèvre superficielle du bord de l'hyoïde et dans toute l'étendue de ce bord (fig. 1, n° 3).

Chez l'*Ophiodes striatus*, que nous avons déjà pris comme point de comparaison, ce muscle maxillo-hyoïdien se compose de deux portions : l'une, antérieure, plus épaisse, et dont les fibres se dirigent en arrière, s'insère au corps de l'hyoïde; l'autre, dont les fibres sont d'autant plus horizontales qu'elles sont plus postérieures, s'attache sur la face superficielle de la corne de l'hyoïde. La disposition des muscles est la même chez l'*Acontias Meleagris*.

Muscles sternaux. — Les muscles qui s'insèrent à l'appareil sternal sont au nombre de cinq.

De la partie la plus superficielle du bord postérieur de l'hyoïde naît un muscle, le plus superficiel de tous; renforcé par des fibres du peaucier, il forme une masse charnue qui revêt superficiellement tout l'appareil sternal et vient s'insérer le long du bord postérieur du sternum. Ce muscle doit être

regardé comme l'analogue du *sterno-hyoïdien*, signalé par M. A. Sanders chez le Phrynosome cornu (fig. 1, n° 4).

Un autre muscle croisant la veine jugulaire, qu'il recouvre, s'insérant le long de la pièce que l'on doit assimiler au coracoïdien, est en partie uni au sterno-hyoïdien par une membrane fibreuse; ce muscle *coraco-hyoïdien* peut être assimilé à l'*omo-hyoïdien* (fig. 1, n° 6).

A l'angle de la clavicule vient s'attacher un muscle dont l'insertion antérieure est à l'apophyse mastoïde; ce muscle est le *cléido-mastoïdien* (fig. 1, n° 7).

Plus profondément situé, un muscle prend ses attaches en avant tout le long du bord postérieur de l'hyoïde, puis longeant la trachée, qu'il recouvre, s'insère à la fois sur le scapulaire et sur le coracoïde. Nous désignons ce muscle sous le nom de *scapulo-hyoïdien* (fig. 1, n° 5).

Un muscle, enfin, s'insérant à la partie interne et près des bords des 2e, 3e, 4e côtes, vient revêtir, en s'y insérant, la face profonde du sternum et se terminer le long du bord postérieur de l'interclavicule. Ce muscle *costo-claviculaire* paraît être l'analogue d'un sous-clavier (fig. 1, n° 8).

Quoique ne faisant pas partie de l'appareil sternal, nous devons signaler la présence d'un muscle long et de forme pyramidale, étendu de chaque côté de la colonne vertébrale et profondément situé; s'étendant de la partie postérieure de la tête à la troisième vertèbre, il s'insère le long du bord postérieur et inférieur de l'occiput jusqu'aux gouttières que forment latéralement les vertèbres cervicales et sur le corps de chaque vertèbre.

Le membre antérieur manquant, du moins à l'extérieur, chez le Pseudope de Pallas, le plexus brachial n'existe pas. Les deux premières paires cervicales innervent les muscles qui s'insèrent à l'appareil hyoïdien, c'est-à-dire les muscles géni-hyoglosse, mylohyoïdien et maxillo-hyoïdien; la seconde paire cervicale envoie un filet à la troisième : ce sont ces deux paires cervicales qui se rendent dans les muscles qui s'étendent de l'appareil sternal à l'appareil hyoïdien.

EXPLICATION DE LA PLANCHE 20.

Fig. 1. *Pseudopus Pallasii*, Cuv. — Muscles hyoïdiens et sternaux.

1, géni-hyoglosse ; 2, mylo-hyoïdien ; 3, maxillo-hyoïdien ; 4, sterno-hyoïdien ; 5, scapulo-hyoïdien ; 6, omo-hyoïdien ou coraco-hyoïdien ; 7, cléido-mastoïdien ; 8, costo-claviculaire.

Fig. 2. *Ophiodes striatus*, Wagl. — Muscles hyoïdiens et sternaux.

Fig. 3, 4. Hyoïde de *Stellio vulgaris*, Daud., vu par la face profonde et par la face superficielle.

Fig. 5. Hyoïde de *Gerrhonotus Moreleti*, Boc.

Fig. 6. Hyoïde de *Zonurus griseus*, Cuv.

Fig. 7. Hyoïde de *Gongylus ocellatus*, Gmel.

Fig. 8. Hyoïde de Pseudope de Pallas.

Fig. 9. Hyoïde d'*Amphisbœna Pretrei*, DB. *a*, corps de l'hyoïde ; *b*, entoglosse ; *c*, *d*, cornes de l'hyoïde ou cérato-hyal ; *e*, queue de l'hyoïde ou uro-hyal.

Fig. 10, 11. Pseudope de Pallas. — Appareil sternal grossi deux fois, vu de côté et par la face cutanée.

Fig. 12. Même espèce. — Interclavicule isolée, grossie deux fois.

Fig. 13. Même espèce. — Clavicule isolée, grossie deux fois.

Fig. 14. Même espèce. — Coracoïde, épicoracoïde, précoracoïde, scapulaire et supra-scapulaire isolés et grossis deux fois.

Fig. 15. *Anguis fragilis*, Lin. — Appareil sternal grossi trois fois, d'après M. Kitchen Parker (1).

Fig. 16. *Zonurus griseus*. — Coracoïde, épicoracoïde, préscapulaire, scapulaire, supra-scapulaire grossis deux fois.

Fig. 17. *Zonurus griseus*. — Clavicule, interclavicule, sternum et xiphisternal, grossis une fois et demie.

Fig. 18. *Gongylus ocellatus*. — Mêmes pièces osseuses, grossies deux fois.

cr, coracoïde ; *ecr*, épicoracoïde ; *crf*, foramen coracoïdal ; *pcr*, précoracoïde ; *sc*, scapulaire ; *ssc*, supra-scapulaire ; *psc*, préscapulaire ; *gl*, cavité glénoïde ; *cl*, clavicule ; *icl*, interclavicule ; *st*, sternum ; *xst*, xiphisternum (2).

(1) *Op. cit.*, pl. VIII, fig. 6.

(2) Cette notation est celle employée par M. Kitchen Parker.

PUBLICATIONS NOUVELLES.

Observations sur le développement des Lépidostées, par M. A. AGASSIZ.

Ce travail, présenté à l'Académie américaine en octobre dernier, et publié par extrait dans les *Proceedings* de cette société savante (t. XIII, p. 65 et suiv.), est de nature à intéresser beaucoup les zoologistes, car le Lépidostée est un de ces types de transition qui paraissent relier entre eux les Poissons ordinaires, les Lépidosiriens et les Bratraciens, et l'on ne savait rien au sujet de son développement. M. Alexandre Agassiz, ayant obtenu un certain nombre d'œufs de Lépidostée déjà fécondés, a étudié avec beaucoup de soin la conformation du jeune au moment de l'éclosion et les changements qu'il subit pendant le jeune âge. En naissant, le petit animal porte sous la région abdominale un énorme sac vitellin, et par sa structure générale il ne diffère que peu de l'embryon des Poissons Téléostéens, si ce n'est que la corde dorsale est remarquablement grande et que la région buccale constitue un suçoir très-saillant, qui est garni d'une couronne de tubercules, et qui ressemble un peu à celui des Cyclostomes. Pendant le premier jour on n'aperçoit, dans la nageoire longitudinale, aucune trace de rayons et la portion postérieure du système rachidien est droite; mais dès le second jour elle commence à s'incurver, et pendant le troisième jour on voit apparaître les premiers vestiges des nageoires pectorales; néanmoins, pendant quelque temps encore, le jeune Lépidostée, quoique ayant la faculté de nager, reste presque toujours suspendu aux parois du vase par son suçoir buccal. Au cinquième jour, quatre taches de substance pigmentaire marquent les places où vont se développer les nageoires dorsales et anales. Il est aussi à noter que, pendant toute cette première période de la vie, les lobes olfactifs sont relativement très-grands, et que l'encéphale ressemble, sous certains rapports, à celui des Sélaciens. Plus tard, le caractère hétérocerque de la queue se prononce davantage; la vésicule vitelline s'amoindrit de plus en plus, le système cutané se garnit de pigment et l'appareil dentaire commence à se montrer; puis les mâchoires s'allongent, et enfin le suçoir ne constitue plus que le renflement charnu dont le bout de la mâchoire supérieure est garni chez l'adulte. Malheureusement M. Agassiz n'a pu conserver en vie ces jeunes Lépidostées qu'environ trois semaines.

Manuel du voyageur, par D. KALTBRUNNER, membre de la Société de géographie de Genève. — 1 vol. in-8°, chez J. Wurster, à Zurich.

M. Vivien de Saint-Martin, l'un de nos géographes les plus érudits, s'exprime dans les termes suivants à l'occasion de cette publication : « Le travail de M. Kaltbrunner est, selon mon jugement, un ouvrage excellent et des plus remarquables; c'est beaucoup plus qu'un manuel, c'est un traité complet de l'art de voyager, traité logique, bien exposé, très-savant et très-lucide à la fois, infiniment supérieur à tout ce qui a été fait jusqu'à présent en ce genre. » La partie relative à la zoologie a été rédigée pour l'usage des voyageurs qui, sans être naturalistes, veulent rendre service aux sciences naturelles.

NOTE

SUR QUELQUES SCINCOIDIENS NOUVEAUX

Par M. F. BOCOURT.

Parmi les Sauriens scincoïdes que M. le docteur Fischer a bien voulu nous communiquer, se trouvent deux espèces nouvelles appartenant à la faune américaine. La première, que nous désignons sous le nom de *Eumeces Fischeri*, ressemble par son écaillure lisse, par l'ensemble de ses proportions et par la disposition des plaques céphaliques, à l'*E. punctatus* Lin. (*Riopa punctata* Gray), qui est originaire des Indes orientales. Le corps est allongé, de forme subcylindrique et entouré de vingt-huit séries longitudinales d'écailles. Les membres sont courts et les doigts inégaux. La queue est forte dans sa première moitié et effilée à son extrémité. La tête est large au niveau des tempes; sa longueur, du bout du museau au bord postérieur des pariétales, égale neuf à dix écailles dorsales et se trouve comprise six ou sept fois dans l'espace situé entre le menton et l'anus. Il y a deux supéro-nasales. L'internasale est plus large que longue. Les deux fronto-nasales sont séparées l'une de l'autre. Chacune des régions suroculaires est protégée par quatre plaques : la frontale est bien développée dans le sens de la longeur; les fronto-pariétales sont en contact par leur côté interne; l'interpariétale est enclavée entre les précédentes et les pariétales. Derrière ces dernières plaques, on voit une paire d'écailles nuchales dilatées en travers. La nasale est rectangulaire et percée au milieu; elle est suivie de deux frénales et de deux petites fréno-orbitraires. On compte de chaque côté huit sus-labiales; la cinquième, la plus allongée, forme le contour inférieur de l'orbite. La paupière inférieure

est très-mince, relativement peu développée, et recouverte d'écailles polygonales. L'ouverture auriculaire est de médiocre grandeur. La postmentale précède trois paires de plaques sous-maxillaires, toutes en rapport avec les labiales inférieures. — Longueur totale, 0m,104; queue, 0,057.

Les régions supérieures du corps offrent une teinte d'un brun jaunâtre sur laquelle se détachent six lignes longitudinales plus foncées. Les parties latérales, bien séparées des supérieures, sont sur le cou et les flancs fortement pointillées de noir. Les sus-labiales sont blanches supérieurement et tachetées de brun inférieurement.

L'*Eumeces* (*Riopa*) *Fischeri*, dont l'habitat est Puerto-Cabello, se distingue de l'*Eum. punctatus* par les caractères suivants : Paupière inférieure garnie de petites scutelles polygonales et non munie d'un disque transparent; scutelles préanales non subégales, mais une fois plus grandes que celles qui les précèdent.

M. le docteur Vesco a rapporté de Whampoa cinq Scincoïdiens appartenant au genre Lygosome, qui offrent par l'ensemble de leurs caractères des similitudes avec le *Lyg. laterale*, Say (*Mocoa lateralis*, Gray) et le *L. Gemmingeri* (1), Cope, tous deux originaires de l'Amérique du Nord, mais ils en diffèrent assez pour devenir les types d'une espèce nouvelle que nous désignons sous le nom de *Lyg. nigropunctatum*. La paupière inférieure est munie d'un disque transparent. L'internaso-frontale est pentagonale; les fronto-nasales sont plus ou moins en rapport entre elles; les fronto-pariétales sont largement réunies par une suture médiane. Chacune des régions sur-oculaires est protégée par quatre plaques, extérieurement bordées par six sourcilières. La nasale est suivie de deux frénales et de trois fréno-orbitaires, les deux postérieures fort petites; la cinquième et la sixième sus-labiale sont placées au-dessous de l'œil. L'ouverture auriculaire est grande. La

(1) *Oligosoma Gemmingeri* (Cope, *Proc. Acad. nat. sc. Philad.*, 1864, p. 180).

longueur de la tête, prise du bout du museau au bord postérieur des pariétales, égale treize à quatorze écailles dorsales et correspond au sixième de l'espace situé entre le menton et l'anus. Le tronc est entouré de trente à trente et une séries longitudinales d'écailles. L'anus est bordé de squames beaucoup plus grandes que celles qui les précèdent. La queue est longue et effilée à l'extrémité. Les membres sont un peu plus longs que chez les espèces précitées. — Longueur totale, 0m,119; longueur de la queue, 0m,072.

Les régions supérieures sont teintées de fauve, faiblement pointillées de noir. Les côtés du cou, du tronc et d'une grande partie de la queue sont fortement marqués de points noirs. La tête est parcourue latéralement par une ligne de même couleur. Parties inférieures d'un blanc jaunâtre.

Le *Lygosoma nigropunctatum* ne peut être confondu avec le *Lyg. fallax* (1), également originaire des Indes orientales, à raison des caractères suivants : Paupière inférieure garnie d'un disque transparent; séries longitudinales d'écailles qui entourent le tronc plus nombreuses; scutelles du cloaque plus grandes.

L'autre espèce est un *Euprepes* (2), auquel nous imposons le nom spécifique de *Eupr. ocellatus*. Elle à les régions supérieures du corps garnies d'écailles surmontées de trois carènes très-prononcées, sur les reins et sur la première partie de la queue. Les membres sont bien développés. Les plaques frontonasales sont en contact par leur côté interne. La frontale et l'interpariétale sont relativement courtes, tandis que les frontopariétales sont bien développées dans le sens longitudinal. Les pariétales sont suivies d'une paire d'écailles dilatées en travers. Sur les côtés du museau, on voit une nasale percée à son bord

(1) *Lygosoma fallax* Peters (*Monatsb. Berlin. Acad.*, 1860, p. 184).

(2) Les *Euprepes* sont plus rares en Amérique que dans l'ancien continent. Duméril et Bibron, lors de la publication du 5e volume de l'*Erpétologie générale*, n'en connaissaient aucun de cette partie du monde. Gray (*Cat. spec. Lyg. Brit. Mus.*, 1845, p. III) n'en signale que deux espèces : l'*Eupr. maculatus*, de Demerary, et l'*Eupr. punctatus*, de l'île de Fernando Noronha, située sur la côte du Brésil.

postérieur; ensuite une petite naso-frénale, deux frénales et deux petites fréno-orbitaires. On compte à droite comme à gauche sept sus-labiales; la cinquième bien développée dans le sens de la longueur, forme le contour inférieur de l'orbite. La paupière inférieure est garnie à sa partie centrale de trois écailles transparentes de forme polygonale. L'oreille, de médiocre grandeur, est bordée en avant par trois petites écailles subconiques. La longueur de la tête, prise du bout du museau au bord postérieur des pariétales, égale neuf à dix écailles dorsales, et se trouve comprise cinq fois et demie dans l'espace situé entre le menton et l'anus. Le tronc est entouré de trente-deux séries longitudinales d'écailles. La queue est cyclotétragone à la naissance, un peu comprimée et effilée à son extrémité. — Longueur totale, 0m,174; longueur de la queue, 0m,117.

Les régions supérieures du corps sont d'un jaune fauve, faiblement maculé de points bruns. Les côtés de la tête, du cou, du tronc et de la première partie de la queue sont ornés de petits ocelles blancs, cernés de brun, formant des séries verticales irrégulières, éloignées les unes des autres par la largeur de deux ou trois écailles. Une teinte d'un blanc jaunâtre est répandue sur les parties inférieures.

Cette petite espèce, originaire de l'Amérique septentrionale, offre de grands rapports de ressemblance avec l'*Eupr. carinatus*, Scheiner (*Eupr. Sebæ*, Dum. et Bibr.).

ÉTUDES

SUR

LA LIGNE PRIMITIVE DE L'EMBRYON DU POULET

Par le Docteur **MATHIAS DUVAL**.

PREMIÈRE PARTIE.

DÉFINITION DU SUJET. — PROCÉDÉS D'ÉTUDE.

On désigne, en embryologie, sous le nom de *ligne primitive*, un épaississement plus ou moins linéaire (blanc par la lumière réfléchie, sombre par la lumière transmise), qui apparaît sur le blastoderme dès les premières heures du développement, et qui prend bientôt la forme d'une légère gouttière (*gouttière primitive*); peu après on constate la présence d'une gouttière plus large et plus profonde (*gouttière médullaire*), dont l'involution donnera naissance au système nerveux central (*canal cérébro-spinal*).

La gouttière primitive et la gouttière médullaire ne sont-elles qu'une seule et même formation, observée à des stades divers de son développement? C'est la conclusion à laquelle arrivent tous nos traités classiques, et, pour ne donner ici qu'une seule citation, nous reproduirons les lignes suivantes des *Leçons* du professeur Milne Edwards (1) :

« .... L'espace plus ou moins translucide ainsi produit a reçu le nom d'*aire germinative* (ou *area pellucida*), parce que c'est dans son intérieur que se montreront bientôt les premiers linéaments du jeune animal en voie de formation (vers la

(1) Milne Edwards, *Leç. sur la physiol. et l'anat. comparée*, t. IX, p. 454, (1870).

sixième ou huitième heure de l'incubation dans l'œuf de Poule). Effectivement, on ne tarde pas à y apercevoir une tache blanchâtre étroite et allongée, que les embryologistes appellent la *ligne primitive*. Elle divise en deux moitiés la portion centrale du blastoderme, et celles-ci, s'épaississant ensuite de chaque côté du trait médian ainsi marqué, donnent naissance à une bandelette blanchâtre, qui est, pour ainsi dire, le rudiment de l'embryon futur. Cette tache longitudinale mérite donc le nom de *bande primitive*, et, par l'effet de son épaississement de chaque côté de la ligne médiane, elle ne tarde pas à y être creusée d'un sillon étroit qui indique la place où se formeront plus tard non-seulement le cerveau et la moelle épinière, mais aussi toute la portion rachidienne du jeune animal. Cette gouttière, que j'appellerai donc *cérébro-spinale*, se montre de la même manière chez tous les animaux vertébrés... »

Cependant, en consultant le traité d'embryologie de Forster et Balfour, dont une traduction a paru dernièrement en France (1), on voit que ces auteurs considèrent la *gouttière primitive* et la *gouttière médullaire* comme deux choses absolument distinctes : « En avant du sillon primitif se forme rapidement, vers la dix-septième heure de l'incubation, un nouveau sillon étroit à sa partie antérieure, et qui va s'élargissant beaucoup en arrière, de sorte qu'il embrasse entre ses parois divergentes l'extrémité antérieure du sillon primitif. Ce *nouveau sillon*, dont la transformation en un tube donnera lieu au canal médullaire, est connu sous le nom de *sillon médullaire*. » — Cette description est accompagnée d'une figure (*op. cit.*, fig. 11) trop schématique pour avoir une grande valeur démonstrative; mais, en consultant quelques récents mémoires allemands auxquels Forster et Balfour renvoient pour l'historique de cette question, et en remontant de ceux-ci aux auteurs antérieurs qui ont plus ou moins heureusement

(1) Forster et Balfour, *Éléments d'embryologie*, trad. fr. par E. Rochefort. (Paris, 1877, p. 55, et fig. 11.)

interprété les rapports de la gouttière primitive avec la gouttière médullaire, on constate que cette question a été l'objet de nombreux travaux, peu connus en France, et dont la nouvelle édition de l'*Embryologie* de Kölliker ne donnerait pas une idée suffisante, cet auteur s'attachant plus spécialement, dans l'étude de la gouttière primitive, à l'exposé des doctrines qui ont cours sur l'origine du mésoderme ou feuillet moyen du blastoderme. On constate, d'autre part, que les différents auteurs, dont nous analyserons plus loin les travaux, se sont plus spécialement attachés, les uns à l'étude de l'aire embryonnaire examinée en surface, les autres à l'interprétation de coupes microscopiques, sans s'inquiéter assez d'établir les rapprochements nécessaires entre les images données par ces deux modes d'examen.

Ayant repris ces études, nous croyons être parvenu à confirmer nombre de faits indiqués par les auteurs en question, à expliquer et faire disparaître certaines contradictions entre les résultats énoncés par chacun d'eux, et enfin à constater quelques faits nouveaux, intéressants non-seulement par leur valeur propre, mais encore par les recherches dont ils pourront être le point de départ : c'est ainsi que l'étude de la gouttière primitive et de la gouttière médullaire nous a amené à nous occuper de l'origine du feuillet moyen du blastoderme, et plus spécialement de la formation de la *corde dorsale*.

Quant aux procédés techniques que nous avons mis en usage, nous devons insister ici sur ce qu'ils présentent de particulier au point de vue de la facture et de la conservation de préparations en surface et en coupe.

Les œufs de Poule sur lesquels nous avons fait nos observations étaient toujours retirés de la couveuse dans les deux premiers jours de l'incubation, puisque nos études n'avaient pas à porter au delà de la quarante-huitième ou cinquantième heure. L'œuf était ouvert à sa partie supérieure sur l'étendue circulaire d'une pièce de deux francs ou un peu plus ; sur le jaune ainsi mis à nu, se présente l'aire transparente entourée de son auréole opaque : on pouvait alors, soit détacher avec

précaution, dans une cuvette pleine d'eau à la température de 39 degrés, ce disque blastodermique, pour l'examiner en surface au microscope, soit faire durcir le jaune en masse dans l'acide chromique, pour pratiquer ensuite des coupes du disque blastodermique. Ce mode de procéder, employé par la plupart des embryologistes, a l'inconvénient de ne fournir aucun repère certain pour la comparaison entre les préparations en surface et les préparations en coupe, de trop donner ainsi à l'interprétation et pas assez à l'observation rigoureuse.

Dans un ordre de recherches aussi délicates, l'idéal devrait être, comme nous l'avons fait pressentir, de conserver, s'il était possible, le même embryon à la fois sous forme de préparations en coupe et sous forme de préparations en surface. Nous sommes arrivé à peu près exactement à ce résultat en procédant de la manière suivante. Dans tous les cas, au moment où l'œuf vient d'être ouvert, sur le disque blastodermique (qui à cette époque n'est pas fixe et vient toujours se présenter au point où l'on ouvre l'œuf) nous déposions quelques gouttes d'une solution concentrée d'acide osmique, selon le procédé indiqué par G. Pouchet (1) ; aussitôt que l'aire touchée par cette solution commençait à virer légèrement au noir, ce qui avait lieu au bout de trente à soixante secondes, nous lavions en projetant avec une pipette quelques gouttes d'eau distillée, puis, l'œuf étant plongé dans un cristallisoir plein d'eau, avec de fins ciseaux nous découpions circulairement le disque blastodermique, opération très-facile : car, par l'action de l'acide osmique, le blastoderme est devenu ferme et se laisse couper aux ciseaux comme une feuille de papier; de plus, il s'enlève sans entraîner à sa face inférieure aucune des granulations du jaune, de telle sorte qu'on obtient en définitive un disque bien transparent. Pour amener ce mince disque à l'état de durcissement et de fixation nécessaire, nous le placions aussitôt

(1) G. Pouchet, *De l'emploi de l'acide osmique en solutions concentrées* (*Journal de l'anat. et de la physiol.*, 1876, numéro de sept.)

dans l'alcool à 40 degrés, où il pouvait séjourner vingt-quatre heures ou plus; sorti de l'alcool, il était lavé à l'eau, puis déposé dans une solution de picro-carmin, qui pénètre et colore en vingt-quatre heures le blastoderme et l'embryon dans toute son épaisseur (il s'agit toujours de blastoderme n'ayant pas dépassé quarante-huit à cinquante heures d'incubation). Enfin, après avoir subi cette coloration, la pièce était transportée sur une lame de verre, arrosée d'une goutte de glycérine et recouverte d'une lamelle dont le pourtour était provisoirement luté à la paraffine.

Nous avons ainsi réuni une abondante collection de blastodermes recueillis à toutes les heures des deux premiers jours de l'incubation; ces préparations transparentes nous permettaient de suivre stade par stade l'aspect que présente l'aire transparente, puis l'embryon apparu dans sa portion centrale, en examinant au microscope ces parties vues en surface. Ces mêmes préparations nous servaient à pratiquer des coupes dans les conditions que nous allons préciser, et qui sont le point important de ces détails techniques.

Tous les embryologistes ont remarqué depuis longtemps que, surtout pendant les premiers jours de l'incubation, deux œufs examinés après un séjour exactement égal dans la couveuse, peuvent présenter des degrés de développement très-différents, et qu'inversement on peut constater le même degré de développement sur des œufs qui ont été soumis pendant des durées inégales à l'incubation. C'est pourquoi, lorsqu'on étudie des phénomènes de formation qui se succèdent à court intervalle, comme l'apparition de la *gouttière primitive* et celle de la *gouttière médullaire*, il serait illusoire de croire que deux blastodermes sont arrivés exactement au même degré d'évolution parce que tous deux ont été retirés après un séjour égal à la température de 39 degrés. Pour établir l'identité de deux embryons, dans les deux premiers jours du développement, il faut constater directement cet état identique; et lorsque la comparaison de deux blastodermes, par l'examen microscopique de leur préparation en surface, aura autorisé à les

regarder comme arrivés au même point de formation, il se trouvera, par exemple, que l'un a été incubé pendant dix-huit heures et l'autre pendant treize à quinze heures seulement. C'est pour éviter les erreurs inséparables de toute étude dans laquelle on ne tient compte que de la durée de l'incubation, que nous avons disposé tous nos blastodermes en collection de préparations (provisoires) en surface. Sur ces préparations nous faisions une série d'examens préalables qui nous permettaient de trouver, pour chaque stade du développement, deux blastodermes exactement identiques.

Supposons le blastoderme représenté fig. 2 (pl. 13). Lorsque nous avions trouvé deux préparations en surface présentant identiquement les aspects représentés dans cette figure, blastodermes dont l'un pouvait du reste porter la note de dix-sept heures, et l'autre celle de vingt et une (en moyenne dix-neuf heures), nous faisions subir à ces deux pièces un sort tout différent : 1° L'une restait sous la forme de préparation en surface, seulement la plaque et la lamelle entre lesquelles elle était renfermée étaient fixées par un lutage définitif au bitume de Judée ou à la cire, et demeurait désormais comme préparation (*définitive*) en surface, devant servir de repère aux préparations en coupe. 2° L'autre, destinée à subir ces coupes, était retirée de la glycérine (1), plongée quelques heures dans l'alcool à 40 degrés, ou même dans l'alcool absolu, puis montée dans un des mélanges bien connus pour la pratique de coupes sur de petits organes (par exemple, cire et

(1) Nous avons eu, dans d'autres recherches, l'occasion d'apprécier l'influence du séjour des pièces de ce genre dans la glycérine; à propos de recherches sur l'origine de l'allantoïde, nous disions : « Nous devons faire remarquer que si, après coloration en masse par le carmin, on ne pouvait procéder immédiatement aux coupes, il faudrait, pour que la pièce ne devienne pas friable et impraticable, la conserver dans la glycérine ; par ce procédé nous avons pu faire nos coupes sur des embryons qui avaient subi un mois auparavant le durcissement par l'acide osmique. Ce détail est précieux, car tous les auteurs (voy Pouchet, *op. cit.*) déplorent que l'usage de l'acide osmique rende nécessaire la pratique immédiate des coupes, vu l'extrême friabilité que prennent par le temps les pièces ainsi durcies. » (*Etude sur l'origine de l'allantoïde. — Revue des sciences naturelles*, sept. 1877.)

huile). Dans ce montage nous avions soin de bien orienter la ligne primitive, avec points de repère, de façon à être en mesure de faire les coupes bien perpendiculairement à cette ligne, c'est-à-dire, d'une manière générale, à l'axe même de l'embryon.

Toutes les coupes faites sur une préparation de ce genre, coupes qui allaient successivement de la région antérieure vers la région postérieure, étaient montées entre lames et lamelles numérotées et conservées. Nous pouvions ainsi feuilleter ensuite, coupe par coupe, l'embryon dont nous avions la préparation en surface, et, par une attentive comparaison, déterminer exactement à quelle région de cet embryon correspondait telle coupe.

C'est ce que nous nous sommes efforcé de préciser également sur nos dessins. Comme le montrera un coup d'œil jeté sur les six planches qui accompagnent ce mémoire, nous n'avons pas voulu représenter des coupes en leur donnant pour explication, par exemple, la légende : « Coupe faite dans le tiers antérieur de la ligne primitive d'un blastoderme de dix-neuf heures d'incubation. » Une telle indication serait absolument insuffisante pour des recherches aussi délicates, qui ont un but à la fois descriptif et critique, et doivent elles-mêmes provoquer des recherches critiques. D'abord ce blastoderme de dix-neuf heures a été représenté (pl. 13, fig. 2), et sert de type à un stade de développement qui peut se présenter, nous l'avons déjà dit, après dix-sept heures ou seulement après vingt heures ou plus d'incubation ; ensuite nous avons choisi, parmi les coupes pratiquées sur un blastoderme identique, celles qui nous ont paru devoir être reproduites par le dessin, et nous en avons donné la figure à côté de celle du blastoderme vu en surface, indiquant par des lignes et des lettres de renvoi les niveaux correspondant à chacune de ces coupes.

On voit que si cette manière de procéder est, quant aux préparations, longue et minutieuse, elle est du moins de nature à nous donner des résultats empreints d'un grand caractère de certitude. On voit de plus que, quant à la repré-

sentation de ces résultats par le dessin, elle permet de disposer des planches qui se lisent pour ainsi dire par elles-mêmes, et qui permettent de parcourir des yeux, presque sans avoir recours au texte explicatif, la série des phases du développement telles que les donnent parallèlement les préparations en surface et les préparations en coupe.

DEUXIÈME PARTIE.

EXPOSÉ DES FAITS : TROIS PÉRIODES DANS L'ÉVOLUTION DE LA GOUTTIÈRE PRIMITIVE.

Pour arriver à une expression plus nette des faits, nous croyons devoir diviser en trois périodes les phénomènes d'évolution que nous allons étudier. Quoique l'indication des fractions de jour ne soit pas à ce point de vue d'une grande rigueur, ainsi que nous l'avons fait remarquer précédemment, nous pouvons dire que la première période s'étend *en moyenne* de la quatorzième à la vingt-deuxième heure de l'incubation ; la seconde, de la vingt-troisième à la trente-deuxième heure ; et la troisième, de la trente-troisième heure à la fin du second jour ou même jusqu'à la cinquantième heure.

PREMIÈRE PÉRIODE. — *Apparition et développement de la ligne et de la gouttière primitives ; ligne épiaxiale et globules épiaxiaux.*

Les phénomènes successifs du développement sont intimement liés les uns aux autres, de telle sorte qu'on peut dire que celui qui se présente à un moment donné est dans un rapport direct aussi bien avec celui qui le précède qu'avec celui qui va le suivre immédiatement. Aussi l'étude de l'apparition de la ligne primitive devrait-elle être précédée de celle de la formation des deux feuillets primitifs du blastoderme, en remontant ainsi jusqu'à l'époque plus primitive encore de la segmentation de la cicatricule. Cependant, comme nous ne sommes pas en mesure de fournir des renseignements nouveaux sur ces actes primordiaux ; comme les procédés de préparation propres à

cette étude doivent différer de ceux que nous avons employés pour notre but spécial, nous renvoyons aux traités classiques pour tout ce qui regarde ces premières phases, et entrant brusquement dans l'histoire de l'embryon par une sorte de brèche artificielle, nous abordons directement l'étude d'un blastoderme de quatorze heures d'incubation, qui est représenté dans la figure 1 de la planche 13.

On voit que sur ce blastoderme l'*aire transparente* présente dans son centre une partie plus foncée, légèrement ovale, à bords mal définis : c'est la *tache embryonnaire*.

En avant de cette tache embryonnaire, dans la partie de l'aire transparente qui lui confine immédiatement, on voit une ligne courbe à aspect peu homogène, une sorte de croissant à concavité postérieure (au niveau de la ligne *a*), formé de taches irrégulièrement opaques et claires ; nous donnerons à cette ligne le nom de *croissant antérieur*, dénomination qui ne préjuge en rien sa nature, et qui, par suite, convient mieux que celle de *pli antérieur*, employée par His, d'autant qu'il ne s'agit pas ici réellement d'un pli.

Sur la ligne médiane des trois quarts postérieurs de la tache embryonnaire, on voit une bande antéro-postérieure plus sombre : c'est la *ligne primitive ;* sa partie antérieure (au niveau de la ligne *c*) est un peu plus large et plus sombre (*tête de la ligne primitive*, futur *renflement caudal*) ; son extrémité postérieure est moins foncée et un peu effilée (*queue de la ligne primitive*).

Entre la *tête de la ligne primitive* et le *croissant antérieur* (entre *a* et *c*), se trouve une région de la tache embryonnaire (en *b*) qui ne présente rien de particulier ; comme cependant nous verrons bientôt que c'est dans cette zone, et en elle seulement, que se forme le dos de l'embryon, nous donnerons à cette partie le nom de *zone tergale* (le mot *dorsale* pourrait prêter à confusion).

Ces distinctions étant bien établies entre le *croissant antérieur* d'une part, et d'autre part la tache embryonnaire avec sa *zone dorsale*, et sa partie parcourue par la *ligne primitive*,

voyons ce que nous enseigne l'examen de coupes pratiquées à ces différents niveaux.

Une coupe pratiquée à la partie moyenne de la ligne primitive (fig. 1 *e*), suivant la ligne *e*, nous montre que sur toute sa partie périphérique le blastoderme n'est composé que de deux feuillets, le feuillet interne, ou endoderme, formé d'une seule couche de cellules aplaties (en fuseau sur la coupe), et le feuillet externe, ou exoderme, formé de cellules cubiques ou cylindriques. Ces dernières, vers les parties centrales, se disposent sur deux couches, produisant ainsi un épaississement qui correspond à la tache embryonnaire. Les couches sont encore plus nombreuses dans la partie qui correspond à la coupe de la ligne primitive : ici le feuillet externe forme un épaississement, convexe et bien limité vers la face externe, convexe également, mais mal limité, vers la face interne, vers celle qui regarde l'endoderme. On voit en effet que, sur ce point, les cellules du feuillet externe paraissent se multiplier et s'insinuer de chaque côté de la ligne médiane, entre le feuillet externe et le feuillet interne, pour donner naissance au feuillet moyen.

Une coupe portant sur une partie un peu plus antérieure (fig. 1 *d*) montre les mêmes dispositions, sauf quant au point suivant, à savoir, qu'au niveau de la ligne primitive la surface externe de l'exoderme n'est plus convexe, mais légèrement concave; c'est-à-dire que la ligne primitive commence à se creuser en *gouttière primitive*.

Cependant, en examinant une coupe faite à l'extrémité tout antérieure de la ligne primitive, au niveau de la *tête* de cette ligne (fig. 1 *c*), le feuillet externe, ou exoderme, a de nouveau repris sa forme convexe vers la superficie : ici cette portion de la ligne primitive se présente comme un renflement déjà considérable, au niveau duquel les cellules exodermiques sont disposées en stratifications multiples et donnent, à la face profonde du feuillet, naissance aux éléments du mésoderme d'une manière plus prononcée qu'au niveau des coupes précédentes. Il semble de plus qu'en ce point les éléments de la portion de l'endoderme immédiatement sous-jacente à la ligne

primitive ne sont plus aussi régulièrement configurés que dans les parties périphériques de cette même coupe et que dans les parties centrales mêmes des coupes précédentes : à côté d'éléments aplatis et régulièrement fusiformes, on en trouve de plus ou moins sphériques, qui se distinguent peu, par leur forme, de ceux qui prennent part à la constitution du feuillet moyen ; il semble, de plus, qu'ici la séparation n'est pas bien nette entre l'endoderme et le mésoderme, auquel donne naissance l'exoderme. Ce sont là des caractères que nous verrons s'accentuer de plus en plus en étudiant bientôt des blastodermes plus avancés dans leur développement ; la région de la *tête de la ligne primitive* méritera donc tout particulièrement de fixer notre attention.

Ces trois coupes (*e*, *d*, *c*,) se rapportent à la région de la tache embryonnaire parcourue par la ligne primitive. Si nous examinons de même les coupes portant sur la *zone tergale* et sur le croissant antérieur, nous observons les faits suivants :

Sur la coupe qui porte sur la partie moyenne de la zone tergale (fig. 1 *b*), nous constatons que le feuillet externe est, à sa face interne comme à sa face externe, très-nettement limité ; il se compose, dans ses parties centrales, de deux ou trois couches de cellules plus ou moins cubiques ou cylindriques, et le léger épaississement qu'il présente ainsi correspond à la tache embryonnaire ; mais sa partie tout à fait centrale (axiale) ne présente plus cette disposition de cellules s'en détachant, comme dans les régions précédentes, pour donner naissance aux éléments du feuillet moyen. — Au contraire, le feuillet interne est ici moins bien défini : il se compose bien encore de cellules à aspect fusiforme, mais, entre ces cellules et au-dessus d'elles, on trouve des éléments plus arrondis, irréguliers, qui semblent se détacher de ce feuillet interne pour aller former les premiers rudiments du feuillet moyen de la zone tergale. Cependant, d'après l'examen d'un grand nombre de préparations, en dehors de celles que nous avons représentées, nous croyons devoir donner à ce processus une expression un peu différente, en disant qu'ici le feuillet interne et le

feuillet moyen se forment aux dépens d'une même masse de sphères de segmentation, qui se divisent de manière à former une couche inférieure plus uniforme, le feuillet interne, et une couche supérieure, en connexion avec la précédente, mais formées d'éléments irrégulièrement épars, et qui ne se disposeront qu'ultérieurement, après s'être multipliés, en feuillet moyen du blastoderme. Cette origine du feuillet moyen et du feuillet interne aux dépens d'une masse primitivement indifférente de sphères de segmentation, et alors que le feuillet externe est parfaitement constitué, est d'ailleurs évidente sur les coupes qui nous montrent la constitution du blastoderme au niveau du *croissant antérieur*.

En effet, sur cette coupe (fig. 1 *a*), dont la partie moyenne correspond précisément à la région la plus large du *croissant* (voy. la ligne *a*), nous constatons que dans cette portion du croissant il n'y a pas encore réellement de feuillet interne, mais seulement une série de masses irrégulières de petites sphères résultant des derniers processus de segmentation. Nous pouvons donc en conclure que le croissant antérieur, avec ses aspects particuliers de taches irrégulières alternativement claires et foncées, nous représente une région où se poursuivent encore les phénomènes de segmentation de sphères vitellines servant à l'accroissement du feuillet interne et à la formation du feuillet moyen dans la partie antérieure de la zone tergale de l'embryon.

Cette question de la signification du croissant antérieur est ici accessoire; elle n'a que des rapports indirects avec la ligne primitive : c'est pourquoi nous devons indiquer rapidement ce qu'il devient ultérieurement, afin de ne plus avoir à revenir sur cette étude. On voit sur la fig. 2 (pl. 13) que ce croissant est situé très en avant de l'aire embryonnaire; sur la figure 3 (pl. 14), nous le retrouvons encore, placé toujours en avant de la zone tergale, ce qui montre bien qu'il n'a rien à faire avec l'apparition de la gouttière nerveuse et de la corde dorsale (voy. plus loin) apparues dans cette zone. Sur des blastodermes plus âgés il a parfois complétement disparu; mais parfois,

alors même que le blastoderme s'est recourbé en avant et en bas pour constituer le capuchon intestinal antérieur, ce croissant est encore visible en avant de ce capuchon et bien distinct d'avec lui (voy. fig. 5, pl. 15); ce qui prouve encore que le croissant antérieur n'a rien à faire avec le capuchon intestinal. Dans la région qu'il occupe (fig. 3 et fig. 5) va se former le capuchon céphalique de l'amnios; mais comme ce capuchon se forme ici uniquement par une duplicature du feuillet externe, tandis que le croissant antérieur appartient au feuillet interne, il est également impossible de chercher à voir dans ce croissant aucun rapport avec ce capuchon. Nous pouvons donc dire que le *croissant antérieur* ne répond à aucun des plis par lesquels se circonscriront les parties antérieures du corps de l'embryon ou de son enveloppe amniotique, mais qu'il représente seulement une masse de sphères de segmentation irrégulièrement différenciées en éléments du feuillet interne, et servant à l'accroissement en surface de ce feuillet interne. Ces petites masses de segmentation sont plus ou moins vite épuisées, et c'est pourquoi le croissant disparaît plus ou moins vite, et montre en tout cas de grandes variétés d'étendue, sur les blastodermes en voie de développement.

Revenant à l'objet plus spécial de nos études, c'est-à-dire à la zone tergale et à la ligne primitive, nous allons examiner les changements de ces parties sur un blastoderme de dix-neuf heures.

Pour ce qui est de la zone tergale, nous voyons (fig. 2, pl. 13) que cette partie n'a subi aucune modification. D'abord, examinée en surface (fig. 2, selon la ligne *a*), elle ne montre aucun accroissement, et il semblerait plutôt que la ligne primitive a un peu empiété sur elle. Quant à sa constitution, la coupe pratiquée à ce niveau (fig. 2 *a*) montre qu'ici encore aucun changement ne s'est produit : nous trouvons toujours un feuillet interne mal délimité et confondu avec les éléments cellulaires qui vont constituer le feuillet moyen, et au-dessus de cette double couche endo-mésodermique nous voyons un feuillet externe toujours aussi nettement délimité à sa surface externe

qu'à sa surface interne. Il faut cependant remarquer que ce feuillet externe présente un notable épaississement en rapport avec la formation de la gouttière nerveuse ou médullaire, que nous verrons bientôt apparaître en ce point (voy. 2e période).

Au contraire, la région de la ligne primitive a subi, de la quatorzième à la dix-neuvième heure, un développement et des modifications considérables.

D'abord la ligne primitive a beaucoup augmenté de longueur : elle a en effet, dans ce sens, des dimensions presque triples que précédemment. En même temps son aspect a changé : sur le blastoderme de quatorze heures elle se présentait, vue en surface, comme une bandelette à peu près homogène ; c'est à peine si à sa partie antérieure (fig. 1, au niveau de la ligne *d*) on distinguait comme une petite fossette, qu'une coupe (fig. 1 *d*) faisait reconnaître pour un commencement de gouttière. Sur le blastoderme de dix-neuf heures, cette fossette s'est étendue sur toute la longueur de la bandelette primitive, qui se présente maintenant comme une longue gouttière (voy. la coupe, fig. 2 *c*), c'est-à-dire qu'elle a, vue en surface, l'aspect d'une double ligne sombre, avec une ligne claire médiane. Aux deux extrémités, mais surtout à l'extrémité antérieure, ces deux lignes sombres se rejoignent et forment en avant une tache plus obscure, qui mérite toujours le nom de *tête de la ligne primitive*. On voit, en effet, qu'une coupe pratiquée à ce niveau (fig. 2 *b*) nous montre les caractères précédemment indiqués pour cette tête, c'est-à-dire, d'une part un énorme épaississement du feuillet externe, donnant, par sa face profonde, naissance à de nombreux éléments du feuillet moyen, et d'autre part une adhérence intime entre ce feuillet moyen en voie de formation et le feuillet interne, de sorte qu'à ce niveau l'exoderme, le mésoderme et l'endoderme ne sont pas séparés et sont directement unis. Ajoutons que sur les autres coupes de cette même ligne primitive (fig. 2 *c*), on voit, comme sur le blastoderme de quatorze heures, le feuillet interne parfaitement constitué et partant bien délimité, et le feuillet externe, au niveau de la ligne primitive, épaissi et donnant naissance aux

éléments qui s'étendent déjà très-loin entre l'exoderme et l'endoderme pour constituer le feuillet moyen.

Mais outre ces dispositions, qui ne sont que le développement ou la modification de celles qu'il offrait déjà à la quatorzième heure, le blastoderme de dix-neuf heures présente, dans sa ligne primitive, un aspect tout nouveau : nous voulons parler du mince filament obscure (fig. 2) qui, sous forme d'un trait noir un peu tremblé et irrégulièrement interrompu, parcourt le centre de la partie claire de la ligne primitive, ou, pour le dire en un mot, le fond de la gouttière primitive, puisque désormais une gouttière a succédé à la bandelette. Pour des raisons qui ressortiront de la description qui va suivre, nous donnerons à ce trait noir d'un aspect si particulier le nom de *ligne* ou de *filament épiaxial*; et comme, tout en étant parvenu à déterminer parfaitement la nature de ce filament, nous ne sommes pas encore en état d'indiquer ni son origine, ni de préciser parfaitement ses transformations ultérieures, si toutefois il en subit qui lui assignent une véritable signification, nous donnerons immédiatement l'histoire complète de ce filament épiaxial, sur l'interprétation duquel nous n'aurons que peu à revenir dans nos conclusions générales.

Si pour le moment nous laissons de côté les auteurs qui ont confondu le *filament épiaxial* avec la corde dorsale, nous pouvons dire qu'un seul embryologiste a bien aperçu ce filament et s'est particulièrement occupé d'en déterminer la nature et les connexions. Le mémoire de Dursy, auquel nous faisons allusion, contient à ce sujet une page assez remarquable pour que nous en reproduisions ici la traduction à peu près textuelle. « Dans les premiers jours de l'incubation, dit Dursy, on aperçoit, dans le fond transparent de la gouttière de la ligne primitive, un filament très-ténu, noir à la lumière transmise, blanc à la lumière réfléchie : ce filament paraît constitué par une traînée souvent interrompue de petites sphères finement granulées, placées à la suite les unes des autres. Son trajet n'est pas rectiligne, mais on le voit souvent se porter à droite ou à gauche, et disparaître sous les parties latérales sombres

de la gouttière primitive. Son extrémité postérieure est ondulée et souvent même tortillée comme en tire-bouchon. Il m'a été donné une fois, sur un blastoderne examiné dans l'eau par sa face supérieure, de voir ce filament se détacher et flotter librement dans le liquide. Jamais je n'ai pu lui découvrir d'enveloppe particulière ; jamais non plus je n'ai pu, sur des coupes de la ligne primitive, retrouver des traces de ce filament, ce qui tient sans doute à son extrême ténuité. Souvent ce n'est qu'après avoir fait agir l'acide acétique qu'on l'aperçoit nettement sur les préparations en surface.... Baer a observé ce filament, et l'a considéré comme la corde dorsale. Pour le distinguer de la corde dorsale, je le nommerai *filament axial* (*Axenfaden*) de la ligne primitive ; mais je ne puis donner de renseignements précis sur ses rapports exacts avec les parties qui forment le fond de la gouttière primitive, parce que je n'ai pu parvenir à l'étudier sur des coupes transversales (1). »

Nous sommes en mesure de rectifier et de compléter sur ce dernier point la description de Dursy. D'abord ce filament ne s'est jamais présenté à nous aussi onduleux ou entortillé que le décrit Dursy à son extrémité postérieure ; c'est que sans doute l'emploi de l'acide osmique, qui fixe si exactement et si instantanément les éléments anatomiques dans leurs formes et leurs rapports, a empêché sur nos préparations ce filament de devenir mobile, comme il le devenait sans doute sur les pièces de Dursy, puisque une fois cet auteur a vu le filament en question se détacher complétement et flotter dans le liquide. Nous devons ajouter que, par contre, sur les préparations en surface, l'acide osmique ne rend pas toujours ce filament très-visible, de sorte qu'on trouve un certain nombre de préparations où il est à peine apparent ; mais nous avons vérifié l'assertion de Dursy, à savoir, que par l'emploi de l'acide acétique il n'arrive jamais de ne pas constater la présence de ce filament.

Le fait le plus important, c'est que nous avons retrouvé les éléments de ce filament sur les coupes transversales :

(1) E. Dursy, *Der Primitivstreif des Hühchens*. Lahr, 1867, p. 35 et 36.

l'usage de l'acide osmique, puis l'emploi d'un mélange homogène (voy. ci-dessus, p. 4), dans lequel étaient pratiquées les coupes, nous expliquent dans ce cas la conservation de ce filament. Comme le montrent les figures 2*c* (pl. 13), 3*d* et 3*e* (pl. 14), et la figure 4*c* (pl. 15), on trouve dans la partie la plus concave de la gouttière primitive un ou deux globules irréguliers et de dimensions variables : tantôt ils sont disposés côte à côte, tantôt ils sont superposés, tantôt enfin ils font complétement défaut; toutes dispositions qui dépendent de ce que la coupe a porté, soit sur une partie épaisse, soit sur une partie mince, soit enfin sur une des interruptions de la traînée pointillée qui forme ce filament épiaxial. Ces globules paraissent entourés d'une légère couche d'albumine transparente qui les réunit entre eux et les fixe à la surface de la gouttière primitive : ils se colorent peu par le carmin; ils ne paraissent pas renfermer de noyaux. Comme ils sont situés en dehors du blastoderme, c'est-à-dire au-dessus de sa surface externe, au-dessus de l'axe de la gouttière primitive, et nullement compris dans son épaisseur, nous proposons de leur donner le nom de *globules épiaxiaux ;* c'est pourquoi nous avons appelé *filament épiaxial* la traînée sombre pointillée qu'ils forment par leur ensemble.

Nous ne pouvons rien dire de l'origine de ces éléments. A mesure que la gouttière primitive subit les modifications que nous allons décrire dans les périodes suivantes, le filament épiaxial devient de moins en moins visible; cela tient en partie à l'aspect foncé des préparations en surface, c'est-à-dire à l'épaisseur croissante du blastoderme; car, sur les coupes, on retrouve encore, mais de plus en plus rarement, des globules épiaxiaux, souvent déformés, plissés. Tous ces faits, joints à cette considération que ces éléments ne présentent pas de noyaux, doit porter à les considérer comme ne jouant qu'un rôle peu important dans le développement : l'embryologie comparée apportera sans doute des éclaircissements à cette question; tout au plus peut-on, pour le moment, émettre l'hypothèse que ces globules épiaxiaux représentent une sorte

d'excretum, une matière rejetée au niveau de la gouttière primitive et en rapport avec les phénomènes actifs de prolifération qui se passent au niveau de cette gouttière.

Nous pouvons résumer les phénomènes qui caractérisent la première période (de la quatorzième à la vingt-deuxième heure de l'incubation) en disant :

La tache embryonnaire se compose à cette époque de deux parties : 1° une partie antérieure, *zone tergale*, relativement très-étroite, qui n'augmente pas d'étendue pendant cette période ; 2° une partie postérieure, occupée par la *ligne primitive*, puis par la *gouttière primitive*, partie relativement considérable et dont l'étendue devient, dans cet espace de sept ou huit heures, triple ou quadruple de ce qu'elle était primitivement. Quant à la constitution du blastoderme, elle est différente dans ces deux régions. Dans la zone tergale, on trouve un feuillet externe bien limité à ses deux surfaces, et un feuillet interne mal limité, en voie de formation, paraissant donner naissance aux éléments du feuillet moyen du blastoderme, ou tout au moins partager avec ces éléments une origine commune dans des sphères de segmentation. Dans la région de la ligne primitive au contraire, on trouve un feuillet interne bien limité, tandis que le feuillet externe présente à la face profonde de la ligne primitive une active prolifération donnant naissance aux éléments du feuillet moyen. Le feuillet moyen se présente donc, à son origine, comme une dépendance du feuillet interne dans la zone tergale, et comme une dépendance du feuillet externe dans la région de la ligne primitive; au niveau de la *tête* de la ligne primitive, point de jonction des deux régions sus-indiquées, le feuillet moyen présente sous ce rapport des caractères mixtes, en ce qu'il paraît provenir à la fois du feuillet externe et du feuillet interne, c'est-à-dire que dans le renflement relativement volumineux qu'on observe à ce niveau (fig. 1 *c* et fig. 2 *b*), les trois feuillets sont intimement unis et confondus. Ce renflement, ou *tête* de la ligne primitive, peut être désigné sous le nom de *renflement caudal* en raison de son évolution ultérieure (voy. 3e période).

DEUXIÈME PÉRIODE. — *État stationnaire de la gouttière primitive; apparition de la gouttière médullaire et de la corde dorsale* (*dans la zone tergale*).

Quand la gouttière primitive a pris le développement qu'elle présente sur un blastoderme de dix-neuf heures environ (fig. 2), elle reste un certain temps dans cet état, sans présenter de modification notable, environ jusqu'à la trente-deuxième heure de l'incubation. Cet état stationnaire de la gouttière primitive caractérise ce que nous appelons la deuxième période, pendant laquelle se produisent, en avant de la région de la gouttière primitive, dans la zone tergale, des modifications particulières qui vont donner lieu à la formation de la *gouttière médullaire* et de la *corde dorsale*.

Pour ce qui est de l'état stationnaire de la gouttière primitive, il est rendu évident par la plus simple inspection des figures 3, 4 et 5. Dans la figure 3, la gouttière (vingt-quatre heures) paraît au premier abord un peu plus longue que celle de la figure 2 (dix-neuf heures) ; mais cette différence n'est qu'apparente, la figure 3 ayant été dessinée à un grossissement de 26 diamètres, et la figure 2 à un grossissement de 20 seulement. C'est à peine si vers la vingt-neuvième heure (fig. 5) la longueur de cette gouttière a augmenté d'une faible fraction. Nous pouvons donc la considérer comme stationnaire pendant toute cette période au point de vue de ses dimensions. Il en est de même au point de vue de son aspect général, puisque sur les figures 3, 4 et 5 on constate que cette gouttière, examinée en surface, se présente toujours comme formée de deux traînées sombres, séparées par une ligne claire, dans laquelle apparaît le filament épiaxial. On peut cependant remarquer que la ligne claire est devenue un peu plus large, c'est-à-dire que la gouttière est un peu plus évasée, en même temps que la tête de la ligne primitive présente un aspect plus foncé, c'est-à-dire que le renflement caudal s'est notablement épaissi. C'est ce que confirme l'examen des coupes pratiquées sur les gouttières primitives de vingt-quatre heures (fig. 3 *c*, 3 *d*, 3 *e*), et de vingt-six heures (fig. 4 *d*, 4 *e*), et les figures auxquelles nous

renvoyons le lecteur parlent assez elles-mêmes, en raison de leur disposition, pour que nous puissions nous dispenser d'insister ici sur leur interprétation.

Par contre, les formations qui apparaissent en avant de la région de la ligne primitive, dans ce que nous avons appelé la *zone tergale*, méritent de nous arrêter plus longtemps, puisque l'étude de ces parties, comparativement aux précédentes, forme un des points essentiels du présent mémoire, la distinction de la *gouttière primitive* d'avec la *gouttière médullaire.*

Nous devons d'abord remarquer l'accroissement de cette zone tergale. Sur le blastoderme précédemment étudié, entre la dix-neuvième et la vingtième heure de l'incubation, cette zone égalait à peine, dans son étendue antéro-postérieure (fig. 2, de la ligne *a* à la ligne *b*), le sixième ou le septième de la longueur de la gouttière primitive ; à la vingt-quatrième heure (fig. 3), cette étendue (de la ligne *a* à la ligne *c*, fig. 3) est égale à la moitié de la longueur de la ligne primitive ; à la vingt-sixième heure, ces deux parties sont égales (fig. 4), et enfin à la vingt-neuvième heure (fig. 5) une nouvelle inégalité apparaît, mais cette fois en faveur de la zone tergale.

En même temps que se produit cet accroissement, des formations nouvelles apparaissent dans cette région. La figure 3 (blastoderme de vingt-quatre heures) nous y montre en effet, d'abord une ligne sombre qui, partant de la tête de la gouttière primitive, se dirige directement en avant : c'est la *corde dorsale ;* puis, embrassant l'extrémité antérieure de la corde dorsale, nous voyons une sorte de figure en V renversé (Λ), à sommet antérieur, à concavité postérieure : les deux branches de ce Λ ne sont autre chose que les *lames médullaires*, et l'espace compris entre leur écartement représente la *gouttière médullaire*, au fond et dans la partie centrale de laquelle repose la corde dorsale. L'inspection des figures 4 et 5 montre d'une manière assez évidente, par l'évolution de ces parties, que leur interprétation est bien telle que nous venons de l'indiquer par avance, d'après la figure 3 ; mais avant de passer à l'étude de ces formes plus avancées, nous devons examiner ce que nous

apprend l'étude de coupes faites sur le blastoderme dès les premiers instants de l'apparition de la corde dorsale, des lames et de la gouttière médullaire.

Une coupe portant sur la gouttière médullaire (pl. 14, fig. 3 *b*), et spécialement sur la partie antérieure de cette gouttière (selon la ligne *b* de la fig. 3), nous présente cette gouttière comme une dépression très-large, mais très-peu profonde, du feuillet externe; la partie correspondante de ce feuillet est très-épaissie (*lames médullaires*), formée de plusieurs couches stratifiées, mais très-nettement limitée à la face interne comme à la face externe : ce sont là les caractères déjà signalés de l'exoderme dans la zone dorsale. Quant au feuillet interne situé au-dessous de la gouttière médullaire, reproduisant à son tour les caractères sus-indiqués de l'endoderme de la zone dorsale, il se présente comme une couche de cellules, à la face supérieure de laquelle sont disposés, en adhérence intime avec elle, les éléments du feuillet moyen. Ces derniers éléments, comparativement à ce que nous avons vu sur un blastoderme de dix-neuf heures (fig. 2 et 2 *b*), se sont d'une part étendus au loin vers les parties latérales, en même temps que, d'autre part, vers la partie centrale, ils se sont condensés en un amas sombre, placé précisément au niveau du fond de la gouttière médullaire et qui n'est autre chose que la corde dorsale.

Sur la coupe (fig. 3 *a*) qui passe par le sommet du Λ que figurent les lames dorsales (suivant la ligne *a* de la fig. 3), les dispositions sont les mêmes : seulement il n'y a pas ici de dépression figurant la gouttière médullaire, mais au contraire un épaississement central de l'exoderme correspondant à la jonction des lames médullaires, et les éléments du feuillet moyen, toujours adhérents à ceux du feuillet interne, ne sont encore que vaguement groupés en une masse représentant la coupe de la corde dorsale.

Enfin, sur une coupe qui passe au niveau du lieu de jonction entre la *zone tergale* et la région de la gouttière primitive, c'est-à-dire au niveau de la tête de la ligne primitive (fig. 3 *c*, selon la ligne *c* de la fig. 3), nous retrouvons les caractères

mixtes de cette région, le feuillet externe et le feuillet interne étant réunis par le feuillet moyen, qui adhère également à l'un et à l'autre. Quoiqu'il n'y ait pas ici, à proprement parler, de véritable gouttière médullaire, mais bien l'épaississement que nous avons appelé renflement caudal, le feuillet externe forme encore de véritables lames médullaires composées de plusieurs couches de cellules ; et nous verrons en effet plus loin que sur le renflement caudal vient se former ultérieurement l'extrémité postérieure de la gouttière médullaire.

Après avoir ainsi étudié minutieusement, en surface et en coupes, la première apparition de la corde dorsale et de la gouttière médullaire, il nous suffira, pour suivre l'évolution de ces parties, de fixer notre attention sur quelques-uns des détails des figures 4 et 5.

Dans la figure 4 (blastoderme de vingt-six heures), la corde dorsale, sur la pièce vue en surface, est bien caractérisée ; le Λ précédemment décrit comme premier rudiment de la gouttière médullaire a pris maintenant l'aspect bien réel d'une gouttière à bords plus ou moins parallèles. Les coupes nous montrent que cette gouttière est profonde à sa partie antérieure (fig. 4 *a*), les lames médullaires s'étant ici fortement soulevées de façon à circonscrire déjà un demi-canal ; qu'elle est peu profonde à sa partie moyenne (fig. 4 *b*), les lames médullaires s'étant ici fortement épaissies, mais peu soulevées; enfin qu'à sa partie postérieure elle est encore tout à fait évasée (fig. 4 *c*), les lames médullaires présentant encore ici la disposition qu'elles avaient dans toute leur étendue sur un blastoderme de vingt-quatre heures (fig. 3 et 3 *b*). Au niveau de la tête de la gouttière primitive ou renflement caudal, les dispositions sont sensiblement les mêmes que dans la même région à vingt-quatre heures; il y a bien, vu l'épaississement du feuillet externe, de véritables lames médullaires, mais aucun soulèvement de ces lames en gouttière ; et nous verrons en effet que la formation de la gouttière médullaire jusque sur le renflement caudal ne se produit que beaucoup plus tard, et devient l'un des phénomènes caractéristiques de la troisième

période. Quant au feuillet moyen et à la corde dorsale sur ce blastoderme de vingt-six heures, les coupes que nous venons de passer en revue (fig. 4 *a*, 4 *b*, 4 *c*) nous montrent que la corde dorsale s'est nettement constituée dans le point précédemment indiqué, et que les parties latérales du feuillet moyen, s'isolant nettement du feuillet interne, se sont étendues au loin, et se sont même, dans les régions tout à fait périphériques, divisées en *somatopleure*, *splanchnopleure* (voyez, pour ces expressions et les descriptions qui s'y rattachent, les traités récents d'embryologie, et notamment celui de Förster et Balfour, ainsi que le 4e volume de l'*Anatomie* du professeur Sappey).

La figure 5 (pl. 16) nous montre la gouttière médullaire très-étendue, un peu dilatée en avant (future ampoule cérébrale), déjà presque fermée vers la jonction de son tiers antérieur avec son tiers moyen. La corde dorsale est maintenant très-longue, mais n'atteint pas cependant jusqu'à l'extrémité céphalique de la gouttière médullaire; déjà deux masses protovertébrales se sont dessinées de chaque côté de la partie postérieure de la corde dorsale, bien en avant de la tête de la gouttière primitive. Nous voyons, en somme, d'après ce blastoderme de vingt-neuf heures, dont l'état de développement clôt la seconde période, que la gouttière primitive est ici à peu près comme elle était à dix-neuf heures, alors que maintenant sont déjà apparus en avant d'elle les principaux linéaments du corps de l'embryon, et les parties caractéristiques de sa région dorsale (zone tergale), la gouttière médullaire déjà transformée par places en canal, la corde dorsale, et même les premières protovertèbres.

En résumé, la *seconde période* est caractérisée par un état stationnaire de la gouttière primitive, et par des phénomènes de développement très-actif en avant de cette gouttière, dans la zone tergale; c'est en effet dans cette zone, et uniquement en elle, que se forment la gouttière et les lames médullaires, la corde dorsale et les protovertèbres.

Troisième période. — *Régression de la gouttière primitive; arrivée et fermeture de la gouttière médullaire sur la tête de la gouttière primitive (renflement caudal).*

La troisième période est caractérisée par des phénomènes de développement particuliers au niveau de la *tête de la gouttière primitive*, région qui était demeurée relativement indifférente dans la période précédente. Ces phénomènes de développement ne sont que la suite et le complément de ceux qui sont précédemment apparus dans la zone tergale, car ils ont pour effet la formation de l'extrémité postérieure du corps de l'embryon, dont l'extrémité antérieure ou céphalique était déjà bien circonscrite vers la vingt-neuvième heure. En même temps la gouttière primitive diminue de longueur, et subit diverses modifications, sans disparaître cependant tout à fait; c'est pourquoi nous avons désigné ce dernier phénomène sous le nom de *régression* plutôt que sous celui d'*atrophie* de la gouttière primitive. En même temps se produisent des parties dont l'étude est ici accessoire, mais dont nous devons cependant dire un mot, vu leurs rapports de contiguïté avec les régions dont nous examinons les métamorphoses : tels sont le sinus rhomboïdal de la moelle et l'origine de l'allantoïde.

L'étude détaillée de cette série complexe de phénomènes ne saurait être faite autrement que par la description raisonnée des figures 6 (pl. 16), 7, 8 et 9 (pl. 17), 10, 11 et 12 (pl. 18), et des diverses coupes pratiquées sur les embryons représentés dans ces figures.

Fig. 6 (pl. 16). — Portons d'abord notre attention sur la gouttière primitive. Nous voyons que cette gouttière, sur ce blastoderme de trente-trois heures, a déjà diminué de longueur relativement à ce qu'elle était à vingt-neuf heures (fig. 5). On dirait que la gouttière primitive est refoulée en masse, parallèlement à son axe, par le corps de l'embryon qui se développe si activement au devant d'elle, et que, sa diminution de longueur ne suffisant pas à faire place à l'embryon, elle est, pendant ce refoulement, comprimée en quelque sorte et obligée de se

courber. Cette manière figurée d'exprimer des choses est assez en rapport avec l'aspect brisé que présente souvent à cette époque l'extrémité postérieure de la gouttière primitive (voy. fig. 6); mais ce n'est pas là un fait constant, et tout ce que nous pouvons dire, c'est que la diminution de longueur de la gouttière primitive se fait principalement aux dépens de son extrémité postérieure, qui devient moins visible, à bords moins foncés, à limites sombres et claires moins nettement distincte . Sur sa partie moyenne (suivant la ligne *e*, fig. 6), la gouttière primitive est demeurée ce qu'elle était précédemment, et les coupes pratiquées en cette région (fig. 6 *e*) montrent que sa constitution n'a pas non plus subi de modifications notables.

Mais en arrivant au niveau de la tête de la ligne primitive, tout en constatant sur une coupe qu'ici encore, comme précédemment, ce *renflement caudal* est toujours constitué par une nodosité au niveau de laquelle le feuillet moyen fait corps d'une part avec le feuillet externe, et d'autre part avec le feuillet interne, nous observons: 1° que ce feuillet moyen est notablement épaissi; 2° que la partie correspondante du feuillet externe, qui, déjà à la vingt-sixième heure, présentait par son épaississement et sa stratification (fig. 4 *d*, pl. 15) le caractère de lames médullaires, présente bien maintenant, par le fait d'un léger soulèvement latéral de ces lames, le caractère de gouttière médullaire (fig. 6 *d*, pl. 16). Nous pouvons donc dire que dès maintenant (trente-troisième heure) la gouttière médullaire s'est étendue en arrière de la zone tergale jusque sur l'extrémité antérieure de la gouttière primitive, jusque sur le renflement caudal.

C'est ce que confirme l'examen en surface (fig. 6) d'un blastoderme de cet âge, sur lequel on peut suivre jusqu'au niveau de la tête de la gouttière primitive (au niveau de la ligne *d*) les bandes obscures qui représentent les lames médullaires. Quant aux autres parties de ces lames médullaires, nous voyons sur cette même figure que dans la portion postérieure de la zone tergale, elles sont très-nettement soulevées en gouttière (fig. 6 *c*), qu'au niveau des protovertèbres elles forment un demi-canal (fig. 6 *b*),

et qu'enfin, au niveau de la région cervicale (fig. 6 *a*) et de la région céphalique, la gouttière, par le rapprochement de ses bords, s'est à peu près complétement fermée en canal encéphalo-médullaire. La corde dorsale est partout nettement constituée, les masses protovertébrales sont au nombre de six ou sept de chaque côté. Nous n'avons pas à nous arrêter ici à la description de ces parties.

Fig. 7 (pl. 17). — Cet embryon, dont les parties antérieures n'ont pas été représentées, nous montre qu'à la trente-neuvième heure, les faits caractéristiques, que nous venons d'étudier au début de cette période, se sont de plus en plus nettement accentués : la longueur totale de la gouttière primitive est réduite de plus de moitié (en comparant le blastoderme de la fig. 7 avec celui de la fig. 5, il faut tenir compte que le premier est dessiné à un grossissement de 24 diam., et le second à un grossissement de 20 seulement) ; son extrémité postérieure est particulièrement vague et comme diffuse ; son extrémité antérieure est au contraire de plus en plus sombre (épaisse), et sur elle les lames médullaires viennent très-nettement se répandre. Ces lames médullaires sont du reste arrivées au contact réciproque, et ont nettement transformé la gouttière nerveuse en canal, sur toute la région dorsale où se trouvent des masses protovertébrales (au nombre de 11 ou 12) ; entre la dernière protovertèbre et la tête de la gouttière primitive elles sont encore écartées, circonscrivant ainsi, à la partie postérieure du canal encéphalo-médullaire, une ouverture ovale ou losangique, le *sinus rhomboïdal*, au fond duquel on aperçoit la corde dorsale. Les autres parties de cette figure n'ont pas à être étudiées ici; elles ont été représentées pour bien établir l'état de développement de l'embryon servant à notre étude, d'après le principe précédemment établi de fixer l'âge bien moins selon les heures d'incubation que selon l'état de formation des organes et de l'embryon en général. (On voit ici la dernière vésicule cérébrale, et, dans la concavité du repli intestinal antérieur, l'apparition des deux veines omphalo-mésentériques.)

Fig. 8 et 9 (pl. 17). — Conformément au principe que nous

venons de rappeler, la figure 8 nous donne, à un faible grossissement, l'ensemble des parties qui constituent l'embryon et le blastoderme, sur lequel nous allons étudier un état plus avancé encore de régression de la gouttière primitive et d'occlusion de la gouttière médullaire. Cet état correspond du reste en moyenne à la quarante-troisième heure de l'incubation. On voit qu'à cette époque (fig. 8, pl. 17) les premiers vaisseaux sont apparus dans l'aire opaque, où ils sont circonscrits par le sinus terminal, et dans l'aire transparente, où ils convergent vers les veines omphalo-mésentériques, c'est-à-dire vers le cœur; on aperçoit les premiers rudiments de celui-ci, par transparence, au niveau de l'entrée de l'intestin antérieur; enfin la vésicule cérébrale antérieure primitive est déjà élargie transversalement, donnant naissance, par ses parties latérales, aux prolongements creux qui vont aller constituer les vésicules oculaires primitives, c'est-à-dire les rétines (voy. pour ces parties les traités classiques auxquels nous avons précédemment renvoyé).

Pour étudier l'état de la gouttière primitive, du renflement caudal, et du sinus rhomboïdal sur cet embryon de quarante-trois heures, il faut en examiner la partie postérieure à un grossissement plus considérable, et sur une préparation en surface, et sur des coupes faites en cette région. C'est ce que nous voyons sur la figure 9. Ici la gouttière primitive est encore plus réduite que précédemment (voy. en *c* et *d*); de la trente-neuvième à la quarante-troisième heure elle a encore diminué de moitié, quant à sa longueur (comparez fig. 9, grossissement de 26 diamètres, et fig. 7, grossissement de 24 diamètres). La coupe (fig. 9 *d*) montre que, quoique très-réduite, cette gouttière quant à la disposition des feuillets à son niveau, a conservé la même constitution que précédemment. La tête de la gouttière primitive forme une partie relativement très-étendue (du niveau de la ligne *c* au niveau de la ligne *a*), très-obscure (épaisse), et sur la constitution de laquelle l'examen de la pièce en surface ne peut nous fournir que peu d'éclaircissements; mais l'étude de coupes pratiquées dans les diverses régions de ce renflement nous montre que, toujours constitué à sa partie

moyenne (fig. 9 *b*) par les trois feuillets non séparés du blastoderme, il présente maintenant un énorme épaississement du feuillet moyen, dans lequel vient se terminer (fig. 9 *b*) l'extrémité postérieure du canal médullaire. Tout en avant du renflement caudal, le canal médullaire (fig. 9 *a*) est fermé ou à peu près ; tout en arrière, la masse du renflement caudal prend les caractères que le feuillet moyen présente au niveau de la gouttière primitive elle-même, c'est-à-dire que les éléments de ce feuillet, bien distincts de ceux du feuillet interne, ne sont séparés par aucune limite distincte de ceux du feuillet externe. La tête de la ligne primitive, ou renflement caudal, s'est considérablement accrue, non-seulement dans son épaisseur, mais encore dans ses dimensions transversales et antéro-postérieures.

Ajoutons que la gouttière médullaire est maintenant en voie de se fermer sur toute son étendue, c'est-à-dire que les bords même du *sinus rhomboïdal* (ci-dessus fig. 7) se sont rapprochés et sont arrivés au contact (voy. fig. 9, selon la ligne *a* et dans les parties situées au-dessus de cette ligne). Nous avons insisté ailleurs sur l'étude de l'occlusion du sinus rhomboïdal de l'embryon, et sur la confusion longtemps classique entre lui et le prétendu sinus rhomboïdal de la moelle lombo-sacrée de l'Oiseau adulte (1).

(1) Voy. *Recherches sur le sinus rhomboïdal des Oiseaux, sur son développement et sur la névroglie périépendymaire* (*Journal de l'anat. et de la physiol.*, janvier 1877). Nous avons démontré dans ce mémoire que dès le commencement du troisième jour de l'incubation, la gouttière médullaire est complétement transformée en canal dans toute son étendue, c'est-à-dire aussi bien dans les régions du quatrième ventricule (ventricule du bulbe ou du cervelet) que dans celles de la moelle lombaire ; puis, étudiant l'évolution comparée du quatrième ventricule et du prétendu sinus rhomboïdal de la moelle lombo-sacrée des Oiseaux, nous sommes arrivés, aux conclusions suivantes (*op. cit.*, page 32) :

1° La gouttière nerveuse primitive se ferme dans toute son étendue dès les premières époques de la vie embryonnaire (fin du second ou commencement du troisième jour).

2° Le *quatrième ventricule*, aussi bien que le prétendu *sinus rhomboïda* proviennent de transformations particulières du *canal central*.

3° Tandis que le quatrième ventricule (bulbe) provient d'une dilatation par-

Fig. 10 et 11 (pl. 18). — Toujours conformément au principe de ne pas nous contenter de l'indication de la durée de l'incubation, mais de bien préciser, par la représentation même de l'embryon, l'état de développement auquel se rapporte chaque stade étudié, nous avons représenté ici (fig. 10) la totalité du blastoderme d'après lequel doivent être décrits les derniers phénomènes qui caractérisent la fin de la troisième période. On voit que cet embryon, âgé d'environ cinquante heures, est déjà tordu sur son axe, dans sa moitié antérieure, de sorte que cette région du corps se présente non plus par sa face dorsale, mais par son côté droit (l'embryon se couchant peu à peu sur le côté gauche). Au-dessous de la concavité de la tête recourbée en crochet, on aperçoit le cœur, tordu en huit de chiffre. L'aire opaque et l'aire transparente sont parcourues de nombreux vaisseaux, non-seulement veineux, mais encore artériels, et l'on voit notamment les artères omphalo-mésentériques se détacher des deux aortes à la partie moyenne de la région parcourue par la série des masses protovertébrales. Si nous examinons à un plus fort grossissement l'extrémité postérieure du corps de cet embryon (fig. 11), en nous contentant de nous arrêter sur les détails que présente la ligne médiane, nous voyons, en allant d'avant en arrière : 1° la gouttière médullaire entièrement transformée en canal; une mince ligne pâle, plus ou moins ondulée, marque la soudure des bords

tielle et d'une occlusion (soudure) partielle du canal central, le prétendu *sinus rhomboïdal* se forme par une oblitération presque complète, ne laissant subsister dans le renflement lombo-sacré qu'un mince canal identique avec celui qui règne dans les parties dorsale et cervicale de la moelle. Il n'y a donc plus à parler de sinus rhomboïdal, de ventricule lombaire chez les Oiseaux; il y a seulement à étudier chez ces animaux, dans la partie postérieure (supérieure) du renflement lombo-sacré, une masse considérable d'un tissu transparent gélatiniforme, en apparence réticulé à un premier examen microscopique, mais formé en réalité de grandes cellules vésiculeuses, provenant de la transformation des éléments cellulaires qui constituent chez l'embryon les parois du tube médullaire. Ce tissu occupe l'espace qui sépare les cornes postérieures et les cordons et racines postérieures. Dans la partie la plus large du renflement lombo-sacré, le canal central de la moelle existe parfaitement limité et creusé au milieu même de ce tissu. (*Op. cit.*, p. 33.)

supérieurs des deux lames médullaires ; 2° la ligne primitive, très-réduite comme dimension et plus ou moins visible, selon qu'elle répond à des parties sous-jacentes plus claires ou plus foncées (plus épaisses ou plus minces). L'étude de ces parties sous-jacentes et l'interprétation de leurs aspects sont ici de la plus haute importance, car elles renferment des formations nouvelles (origine de l'allantoïde). Cette interprétation nous sera facile par l'examen comparé de la région vue en surface et d'une coupe longitudinale (fig. 12) passant aussi exactement que possible par l'axe ; il ne nous restera plus alors qu'à passer en revue les coupes transversales pratiquées sur cette même région.

Sur la pièce vue en surface (fig. 11), la portion la plus antérieure de la gouttière primitive se projette sur une partie très-foncée (très-épaisse), qui occupe de plus l'espace entre l'extrémité antérieure de la gouttière primitive et l'extrémité postérieure du canal médullaire. La coupe longitudinale (fig. 12) nous montre que cette région épaisse est en effet constituée par un renflement considérable (en *a*, fig. 12), appartenant au feuillet moyen et représentant ce que nous avons appelé la *tête de la gouttière primitive* ou *renflement caudal;* car la masse qui forme cette partie du feuillet moyen est en continuité aussi bien avec le feuillet externe qu'avec le feuillet interne. Nous voyons ici, en coupe longitudinale, que le renflement caudal commence à proéminer en haut et en arrière, et qu'il représente bien réellement le bourgeon de la partie caudale de l'embryon. Il est évident que lorsque toutes les parties situées au-dessous (ou en arrière) de ce bourgeon (en *b*, *c*, *d*, fig. 12) subiront, par suite des phénomènes particuliers d'involution ou d'enveloppement qui circonscrivent en arrière, de même que sur les côtés et en avant, le corps de l'embryon ; il est évident que lorsque ces parties subiront, disons-nous, le mouvement de révolution qui doit les amener en avant et en haut, pour constituer la paroi antérieure de la région pelvienne du tronc, le bourgeon caudal se trouvera, par ce simple fait, dans la position et les rapports qui justifient le *nom* que

nous lui avons donné par anticipation dès le début de cette étude.

La portion moyenne de la ligne primitive (fig. 11) se détache sur une partie claire, c'est-à-dire mince, et la coupe longitudinale (fig. 12, en *b*) nous montre qu'en effet cette partie est constituée, outre le feuillet externe et le feuillet interne, par un feuillet moyen relativement mince; de sorte qu'on trouve ici, au-dessous du renflement caudal, une véritable dépression (en *b*) à laquelle, dans un travail précédent, nous avions donné le non de *dépression sous-caudale* (1). Les détails dans lesquels nous venons d'entrer relativement au bourgeon caudal montrent que cette dénomination est parfaitement justifiée.

Enfin, la portion toute postérieure de la gouttière primitive se détache en partie sur un fond clair, ayant l'aspect d'une demi-lune transparente, à concavité antérieure (ou supérieure). C'est l'interprétation de cette demi-lune transparente qui nous aurait offert le plus de difficulté, si nous n'avions été préparé à son étude par nos recherches antérieures sur l'origine de l'allantoïde (*op. cit.*). Comme le montre la coupe longitudinale (au niveau de la ligne *c*), l'aspect en question est produit par un bourgeon creux du feuillet interne, bourgeon qui se dirige dans l'épaisseur de la somatopleure, et n'est autre chose que le premier rudiment de la vésicule allantoïdienne; et nous avons en effet montré, dans le mémoire cité et auquel nous renvoyons pour plus de détails, que l'allantoïde se forme par une involution (bourgeon creux) du feuillet interne, ou hypoblaste, dès la fin du second jour de l'incubation, alors que rien encore ne circonscrit le futur intestin.

Nous avons donc, d'après cette étude des portions antérieure, moyenne et postérieure de la gouttière primitive d'un embryon de cinquante heures environ, à distinguer, dans le rudiment de gouttière primitive qui subsiste encore à cet âge, trois portions qui, d'après les parties sous-jacentes auxquelles

(1) *Étude sur l'origine de l'allantoïde chez le Poulet* (*Revue des sciences naturelles*, t. VI, septembre 1877).

elles correspondent, peuvent être désignées sous les noms de : *portion du bourgeon caudal*, *portion de la dépression sous-caudale*, *portion allantoïdienne*. Les coupes transversales pratiquées au niveau de ces diverses portions vont nous fournir une nouvelle série de renseignements sur leur constitution et leurs rapports.

La *portion du bourgeon caudal* (fig. 12 *a*) nous présente toujours les caractères connus de la tête de la gouttière primitive ou *renflement caudal :* feuillet moyen très-épais, en continuité d'une part avec les éléments du feuillet externe, et d'autre part avec ceux du feuillet interne. La partie en continuité avec le feuillet externe va former une sorte de masse indifférente aux dépens de laquelle se développeront les divers éléments anatomiques de la queue. La portion en continuité avec le feuillet interne semble déjà indiquer le lieu où viendront s'ouvrir dans ce feuillet interne, c'est-à-dire dans l'extrémité postérieure de l'intestin, les divers appareils glandulaires constitués ultérieurement aux dépens du feuillet moyen, ou, pour parler d'une façon plus conforme aux notions nouvellement acquises, aux dépens de la cavité pleuro-péritonéale du feuillet moyen (canal de Wolff, canal de Müller, et en général appareil génito-urinaire) ; et nous voyons en effet (fig. 12 *a*), sur le feuillet interne, de chaque côté du renflement médian, deux dépressions qui sont sans doute en rapport avec la formation ou plutôt l'abouchement des canaux sus-nommés. Mais ce sont là des questions qui sortent de notre sujet et sur lesquelles nous nous proposons de revenir dans un autre travail.

La *portion de la dépression sous-caudale* nous présente les caractères connus de la ligne primitive et de la gouttière primitive depuis leur apparition. Le feuillet externe (fig. 12 *b*) forme ici une gouttière au niveau de laquelle ses éléments sont disposés sur plusieurs couches ; les plus profonds de ces éléments, les plus internes, se continuent sans ligne de démarcation avec ceux du feuillet moyen. Quant au feuillet interne, il est bien distinct, bien nettement isolé des autres parties ; mais ses

éléments (fig. 12 *b*) présentent ici une forme un peu différente de celle qu'ils ont offerte aux âges précédents : de plats ou fusiformes, ils sont devenus polyédriques, cubiques, et ne tarderont pas à représenter de véritables cellules cylindriques. C'est qu'ici ils commencent déjà à revêtir les caractères de l'épithélium intestinal, et en effet cette région de l'endoderme commence, par deux replis latéraux (fig. 12 *b*), à se séparer de la cavité ombilicale générale, pour former une gouttière intestinale, et s'isoler ultérieurement en intestin postérieur. Nous sommes donc ici, au niveau de la dépression sous-caudale, dans la région de l'extrémité postérieure du futur cul-de-sac postérieur de l'intestin, c'est-à-dire dans la région où se formera l'anus. Or nous avons précisément ici le reste le plus net de la gouttière primitive, au niveau de laquelle les éléments de l'exoderme sont confondus avec ceux du mésoderme (comparez fig. 12 *b*, et figure 12 selon la ligne *b* et au-dessus). Pouvons-nous considérer cette continuité de l'exoderme et du mésoderme au niveau de la ligne primitive comme un premier degré de l'évolution par laquelle le feuillet externe doit aller à la rencontre du feuillet interne pour donner naissance à l'orifice anal ou cloacal? La chose paraît probable; mais alors la partie moyenne de la ligne primitive serait, on peut le dire, destinée à former l'orifice cloacal, de telle sorte que cette orifice serait, du moins dans ses premiers rudiments, une formation des plus primitives, précédant l'apparition de n'importe quelle autre partie du corps de l'embryon. Ce sont là des considérations que nous nous proposons de reprendre bientôt et d'élucider par des recherches dont nous n'avons pu encore réunir tous les éléments : l'embryologie comparée doit former la source principale où seront puisés ces renseignements, et peut-être la ligne ou gouttière primitive du Poulet n'est-elle pas sans analogie avec ce qui a été désigné sous le nom d'*anus de Rusconi* sur le blastoderme des Batraciens. Un travail qui a été publié tout récemment en Allemagne paraît tendre vers quelques conclusions de ce genre, quoique l'auteur parte d'un point de vue tout différent du nôtre, et qu'il n'insiste que peu sur la morphologie

des différentes parties de la gouttière primitive, telle que nous avons essayé de l'établir ici (1). Mais, pour le moment, nous ne voulons pas le suivre dans les hypothèses qu'inspire un transformisme ardent, et, pour nous borner à résumer les faits positifs devant servir pour nous de point de départ à de nouvelles recherches, nous dirons simplement qu'en définitive la ligne primitive correspond comme place et comme disposition au point où se formera bientôt l'anus ou dépression cloacale.

Nous arrivons enfin à l'extrémité toute postérieure de la ligne primitive de l'embryon de cinquante heures, à laquelle nous avons donné par abréviation le nom de *portion allantoïdienne* (ci-dessus, p. 32). Sur cette portion allantoïdienne, étudiée sur des coupes transversales, nous n'avons pas à insister longuement : la figure 12 *c* (selon la ligne *c* de la fig. 12) montre suffisamment que tout ici est disposé comme en général à n'importe quel âge de la gouttière primitive ; seulement le bourgeon creux allantoïdien est venu s'insinuer dans le feuillet moyen du blastoderme. Ce bourgeon creux est, nous l'avons rappelé, une dépendance du feuillet interne, et comme à ce niveau le feuillet interne est toujours, à tout âge, bien distinct du feuillet moyen, il est naturel de constater, comme le montre la figure, que le bourgeon allantoïdien n'a aucune connexion de continuité avec les éléments du feuillet moyen, ni par suite avec ceux du feuillet externe. Quoique ce détail ne soit pas d'un intérêt primordial au point de vue de notre sujet actuel, il n'était pas inutile d'y insister ici, puisque divers auteurs on cru voir dans le bourgeon allantoïdien une dépendance, soit du feuillet moyen, soit même du feuillet externe.

Nous avons représenté une dernière coupe portant au delà (au-dessous) du point jusqu'au niveau duquel s'étend le bourgeon allantoïdien de l'embryon de cinquante heures. A ce niveau (celui de la ligne *d* de la fig. 12), le feuillet moyen est déjà divisé en somatopleure et en splanchnopleure ; dans l'épaisseur de cette dernière sont développés de nombreux

(1) A. Rauber, *Primitivstreifen und Neurula der Wirbelthiere*. Leipzig, 1877.

vaisseaux (vaisseaux de la vésicule ombilicale). La coupe transversale (fig. 12 *d*) reproduit ces dispositions, en les représentant d'une manière plus complète, mais sans détails nouveaux. Nous devons cependant remarquer qu'ici la dépression de la gouttière primitive est peu prononcée (elle a été un peu exagérée sur le dessin ; mais en consultant toute la série de coupes dont nous n'avons représenté ici qu'un échantillon, nous nous sommes assuré qu'ici la gouttière primitive est très-peu profonde). Si nous tenons compte de ce fait précédemment établi, à savoir, que l'atrophie de la gouttière primitive marche de son extrémité postérieure vers l'antérieure, nous sommes porté à penser que dans les phases du développement qui succèdent à la cinquantième heure, la trace de gouttière primitive représentée dans la figure 12 *d* doit disparaître à son tour, ainsi que bientôt toute la portion dite portion allantoïdienne. Nous avons cherché à vérifier directement le fait que nous supposons ici; mais, comme après la cinquantième heure la moitié inférieure de la figure 12 subit le mouvement de révolution que nous avons précédemment rappelé (voy. *Recherches sur l'allantoïde*) et vient se placer en avant et en dedans pour former la paroi antérieure de la région pelvienne, il en résulte que les coupes propres à élucider cette question, portant, d'une manière plus ou moins oblique, sur des parties alternativement convexes et concaves, sont très-difficiles à recueillir et à interpréter. C'est pourquoi nous avons dû arrêter à la cinquantième heure l'exposé des faits positifs qu'il nous a été donné d'observer. Au delà de cette époque commence pour la gouttière primitive une quatrième période, qu'il y aura lieu d'étudier par des combinaisons nouvelles de coupes et de vues en surface, époque pour laquelle nous nous contentons d'émettre l'hypothèse, d'ailleurs très-vraisemblable, que la portion dite allantoïdienne de la gouttière primitive disparaît à son tour, de sorte qu'il ne reste en définitive de cette gouttière que la portion dite de la dépression sous-caudale, correspondant à la formation de l'anus. On voit donc que tout ce qui se rapporte à cette quatrième période, qui doit faire l'objet de

recherches spéciales, se rapporte en même temps à la formation cloacale, dans l'étude de laquelle nous ne voulons pas nous engager pour le moment.

Nous pouvons résumer les phénomènes nombreux qui caractérisent la troisième période, en disant que, tandis que le corps (dos) de l'embryon, qui s'est formé dans la zone tergale, se développe de plus en plus, la gouttière primitive subit une régression de plus en plus prononcée, dont il est difficile de préciser les limites, car ce n'est que d'une manière hypothétique qu'on peut la considérer comme se réduisant en définitive à marquer la place et le commencement de la formation de la dépression ou gouttière cloacale. Par contre, l'évolution de la tête de la gouttière primitive, ou renflement caudal, peut être précisée d'une manière certaine : après que la gouttière médullaire et le sinus rhomboïdal se sont fermés au-dessus de lui, ce renflement constitue un bourgeon volumineux, remarquable surtout par le développement du feuillet moyen et aux dépens duquel se développe la formation caudale.

TROISIÈME PARTIE.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES. — HISTORIQUE ET CRITIQUE.

Première conclusion.

La *ligne primitive* et la *gouttière primitive* qui lui succède doivent être absolument distinguées de la *gouttière médullaire :* ces deux ordres de formations ne se développent ni à la même époque, ni dans la même partie du blastoderme. La gouttière primitive se développe dans la région postérieure de l'aire embryonnaire, et, apparue environ à à la quatorzième heure de l'incubation, elle a atteint tout son développement à la dix-neuvième heure, c'est-à-dire avant la fin du premier jour. La gouttière médullaire, au contraire, ne commence à apparaître qu'après la vingtième heure, et seulement dans la partie antérieure de l'aire embryonnaire; tandis que la gouttière

médullaire poursuit son évolution pour donner lieu à la formation du tube encéphalo-rachidien, la gouttière primitive commence dès lors à s'atrophier.

Cette conclusion générale résulte tellement des descriptions détaillées qui précèdent, et s'impose si nettement à la plus simple inspection de nos planches, qu'il est inutile d'entrer à ce sujet dans aucun nouveau développement. Mais pour montrer l'importance de cette question et la manière dont elle a été longtemps interprétée, nous devons entrer dans quelques détails historiques et critiques.

Malpighi, faisant ses observations au mois d'août, par une grande chaleur, paraît avoir observé la *ligne primitive* sur des œufs pondus depuis vingt-quatre heures et non incubés; il nomme ce premier rudiment de l'embryon la *quille* ou *carène* (*pulli carina*) (1). C'est cette quille, dit-il, qui donne naissance au système nerveux central, c'est-à-dire à la moelle épinière et à l'encéphale, et Malpighi observe très-nettement la formation des vésicules cérébrales (*interea progrediente incubatu, carina tumores circum caput multiplicabat*). Aussi de Baer désigne-t-il quelquefois la gouttière médullaire (*Ruckenfurche* oder *Ruckenspalte*) sous le nom de *Malpighi's spatium carinatum*.

Comme on le voit, la confusion entre la gouttière médullaire et la gouttière primitive remonte à Malpighi; il serait plus vrai de dire encore qu'avec ces premières tentatives, si mémorables, des premiers embryologistes, il n'y avait réellement pas de notion exacte de la gouttière médullaire, puisque dans la bande obscure observée dans l'œuf *non incubé*, Malpighi lui-même voyait un rudiment du corps de l'embryon, ce qui l'amenait à croire à l'*inclusion*, à la préexistence de l'embryon dans l'œuf, et que d'autres anatomistes se livraient à ce sujet à des hypothèses plus bizarres encore (2).

(1) Malpighi, *De formatione Pulli in ovo* (*Opera*, Leyde, 1687, t. II, p. 54). — *De ovo incubato appendix* (*ibid.*, p. 78).

(2) Voyez au sujet de ces interprétations, Milne Edwards, *Leçons de physio-*

De Baer (1) le premier décrivit avec soin la ligne primitive, la gouttière primitive, qui se montre pendant le *premier jour* de l'incubation, mais il ne distingua pas cette gouttière et le filament épiaxial qu'elle renferme, de la gouttière médullaire et de la corde dorsale, qui n'apparaissent qu'à la *fin* du premier jour. « Jusqu'au delà du milieu du premier jour, dit-il, aucune partie de l'embryon n'a commencé à se former, c'est seulement vers la quatorzième ou quinzième heure qu'on en aperçoit le premier rudiment. Celui-ci consiste dans ce que j'appelle la *bandelette primitive* (*Primitivstreifen*) (2), qui est le précurseur de la colonne vertébrale... Cette bandelette ne subsiste que peu de temps : elle se divise bientôt en deux moitiés latérales, les lames dorsales et une bandelette médiane, la corde dorsale... Cette corde dorsale se compose d'abord d'une simple série de globules foncés en couleur, qui sont plus serrés du côté de l'extrémité antérieure... Cette extrémité antérieure prend de très-bonne heure la forme d'un bouton arrondi, beaucoup plus épais, de sorte que, dès la fin du premier jour, la corde dorsale ressemble à une épingle très-déliée, munie d'une petite tête. »

Cependant, comme la gouttière primitive ne s'atrophie pas dès l'apparition de la gouttière nerveuse, il était difficile que

logie, etc., t. IX, en note : « Les apparences produites par cette ligne primitive, ou par le sillon qui y correspond bientôt après, ont été diversement expliquées par les embryologistes. Ainsi, les uns ont cru voir dans la figure ainsi dessinée le corps d'un spermatozoïde, et ont été conduits de la sorte à penser que ce corpuscule fécondateur pourrait bien être le système nerveux cérébro-spinal à l'état d'ébauche. On a supposé ensuite que la ligne primitive et le sillon qui se développe au-dessus étaient le résultat de la division primitive du disque proligère en deux sacs germinateurs, destinés à former chacun l'une des moitiés de l'organisme de l'animal futur (Serres, *Des lois de l'embryologie*, dans *Arch. du Muséum*, 1844, t. IV, p. 269 et suiv., pl. 13, fig. 3 et 4). »

(1) De Baer, *Ueber Entwickelungsgeschichte der Thiere* (t. I, *Entwickelungsgeschichte des Hühnchens im Eie*, Kœnigsberg, 1828, p. 12). — *Traité de physiologie* de Burdach, trad. par Jourdan, t. III, 1838, p. 203.

(2) C'est seulement dans le tome II, publié en 1837, que de Baer emploie l'expression de *nota primitiva* devenue depuis classique (p. 70) : « Das erste was » in ihm erkannber wird, ist ein der Axe des Schildes sich erhebender Wulst, » der *Primitivstreifen* (*nota primitiva*). »

des observateurs soigneux ne réussissent pas bientôt à apercevoir les deux formations existant simultanément, comme le montre par exemple notre fig. 3 (pl. 14). Mais telle est la force des idées préconçues, que Erdl, qui le premier a étudié avec soin et représenté un blastoderme arrivé à ce stade de son développement, considéra cet aspect comme une forme anormale, dans laquelle la corde dorsale « serait bifurquée dans ses trois quarts postérieurs (1). »

Parmi les travaux publiés sur l'embryologie à partir de cette époque, surtout en Allemagne, nous ne trouvons, ni dans ceux de Reichert (1840), ni dans ceux de Remak (1855), ni dans la première édition de Kölliker (1861), aucune indication qui puisse amener à distinguer la gouttière primitive d'avec la gouttière médullaire. Ainsi Remak parle aussi, comme Erdl, de corde dorsale bifurquée dans sa partie postérieure plus large (2), Kölliker (3), dans une figure purement schématique, reproduit les idées de Remak sur la gouttière médullaire. Reichert (4) non-seulement ne distingue pas les deux formations en question, mais il s'attache à réfuter de Baer, qui avait si bien décrit une *ligne primitive* à laquelle succédait tout aussitôt la *gouttière primitive :* pour Reichert, la gouttière, avec ses bords et son fond, apparaîtrait d'emblée. Dans une publication postérieure (5), le même auteur prend manifestement pour une corde dorsale la traînée sombre et mince que nous avons décrite précédemment sous le nom de filament épiaxial (voy. ci-dessus, p. 15). Nous ne citerons que pour mémoire le travail de Hensen (6), qui a paru en 1864, travail très-court, accompagné de figures représentant les origines du système nerveux central examinées à de trop

(1) Erdl, *Entwickelung des Menschen und des Hühnchens*, 1845.

(2) Remak, *Untersuchungen über die Entwickelung der Wirbelthiere*, 1855.

(3) Kölliker, (1re édition, 1861, p. 44.

(4) Reichert, *Das Entwicklungsleben im Wirbelthier-Reich.* Berlin, 1840 (voy. p. 105 et pl. 3, fig. 1 et 2).

(5) Reichert, *Bau des menschl. Gehirns*, 1861.

(6) Hensen, *Zur Entwickelung des Nervensystems* (*Virchow's Arch.*, 1864, t. XXX, p. 176).

faibles grossissements (dans la fig. 13, la seule qui soit à un fort grossissement, l'auteur ne représente pas le feuillet interne, dont, du reste, il avoue (p. 180), n'avoir pu constater l'existence à ce moment de l'évolution). Au reste, la lecture de ce mémoire, souvent cité par des auteurs classiques, ne montre pas d'une façon nette si Hensen a distingué la gouttière primitive d'avec la gouttière médullaire, et quelle est en réalité celle de ces deux gouttières qu'il considère comme étant l'origine du système nerveux central.

En 1866 parut le beau mémoire de Dursy (1), déjà si souvent cité et auquel nous avons dû faire de si nombreux emprunts (voy. notamment ci-dessus la description du filament épiaxial). Dans ce travail, la distinction entre la gouttière médullaire et la gouttière primitive est définitivement établie ; de même la distinction entre la corde dorsale et le filament épiaxial (*Achesenfaden des Primitivstreifes*). Malheureusement ce travail est incomplet sur bien des points : ainsi l'auteur n'a pu, dès le début, constater la présence d'un feuillet interne (*Darmdrüsenblatt*) nettement individualisé (voy. Dursy, p. 15). Cette indication suffit déjà à faire comprendre qu'il n'a guère étudié que des blastodermes examinés en surface et peu de bonnes coupes ; en effet, les quelques coupes qu'il donne dans ses planches représentent plutôt les choses telles qu'elles doivent être à son idée dans des sections transversales, et non toujours telles qu'elles sont en réalité.

Malgré ces quelques imperfections, le mémoire de Dursy fait époque : la distinction qu'il établit entre les gouttières primitive et médullaire est bientôt confirmée par His (2), qui décrit la ligne primitive sous le nom de *Axenstreif* (*op. cit.*, p. 62), attire l'attention sur le renflement de l'extrémité antérieure de la gouttière primitive, et insiste sur l'atrophie de cette gouttière, et son espèce de mouvement de recul en arrière, à

(1) Em. Dursy, *Der Primitivstreif des Hühnchens*. Lahr 1866 (avec 3 planches).

(2) His, *Untersuchungen über die erste Anlage des Virbelthierleibes*. Leipzig, 1868.

partir du second jour de l'incubation (1). Viennent alors les travaux de Waldeyer (2), lequel, dans un excellent mémoire (1869), confirme les résultats obtenus par Dursy en les complétant par l'étude de coupes transversales, qui, malheureusement, n'ont porté que sur de très-jeunes blastodermes et ne nous donnent par suite aucun renseignement sur les rapports de la gouttière primitive avec les formations qui n'apparaissent que vers la fin du second jour (allantoïde, dépression sous-caudale, bourgeon caudal); puis un important travail de Gœtte (1874), qui insiste beaucoup sur la constitution de la tête de la gouttière primitive (*Kopfende vom Primitivstreifes*), observe très-bien la disposition des feuillets du blastoderme dans la région antérieure de l'aire embryonnaire (dans ce que nous avons appelé le zone tergale), mais qui se refuse à reconnaître, au niveau de la ligne primitive, toute adhérence entre le feuillet externe et le feuillet moyen (3). Mais s'il méconnaît ce fait essentiel, il semble au contraire se complaire à insister sur un détail secondaire et qui n'a rien de constant; il décrit en effet le sillon médullaire comme apparaissant toujours à gauche du sillon primitif, et par suite la corde dorsale comme se continuant avec le bord gauche de la gouttière primitive. Comme la tête de la ligne primitive présente souvent une forme irrégulière et asymétrique, on rencontre en effet assez souvent des chevauchements semblables à celui décrit par Gœtte, et il est certainement remarquable que le plus souvent c'est à gauche que la gouttière médullaire chevauche sur l'axe de la gouttière primitive; mais ces dispositions n'ont rien de constant, et par suite rien d'essentiel. Ainsi, en exami-

(1) « Die Primitivrinne ist küzer als in den vorangegangen Stadium, und ihr vorderes Ende hat sich nach hinten verschoben, wieman leicht durch Messung constatiren kann. » (His, *op. cit.*, p. 80.)

(2) Waldeyer, *Bemerkungen über die Keimblatter und den Primitivstreifen bei der Entwickelung des Hühnerembryo* (*Zeitschrift für rationelle Medicin*, 1869, t. XXXIV, p. 159).

(3) Alex. Gœtte, *Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des Wirbelthiere : die Bildung der Keimblatter und des Blutes in Hühnerei* (*Arch. für mikr. Anat.*, 1874, p. 145).

nant notre figure 4 (pl. 15), on verra que sur ce blastoderme de vingt-six heures la corde dorsale fait suite à la paroi droite de la gouttière primitive, et que, par suite, le chevauchement se ferait ici vers la droite; de même sur la figure 5 (pl. 16), représentant un embryon de vingt-neuf heures. Sur toutes nos autres figures on ne voit nulle trace de chevauchement semblable ou autre.

Quoique les travaux que nous venons de citer eussent rendu incontestable la distinction de la gouttière médullaire et de la gouttière primitive, il est facile de se convaincre que les traités classiques les plus récents n'ont tenu que peu ou pas de compte de ces résultats. (Nous faisons abstraction du *Traité d'embryologie* de Kölliker actuellement en voie de publication, et que nous avons cité dans les pages qui servent d'introduction à ce mémoire.) On n'en trouve en effet mention, ni dans le *Traité de physiologie* de Longet (1), ni dans la publication de Carl Vogt (2), si bien au courant des travaux récents sur la plupart des autres questions.

Deuxième conclusion.

Les connexions des trois feuillets du blastoderme sont très-différentes dans la *zone tergale* et dans la *région de la ligne primitive :* dans la zone tergale, le feuillet externe est nettement délimité, sans connexions avec le feuillet moyen, tandis que le feuillet interne et le feuillet moyen sont plus

(1) Longet, t. III, p. 879: « Dans la partie moyenne de l'*area lucida* apparaît une gouttière, un sillon creusé pour ainsi dire dans le feuillet séreux, qui présente en ce point une transparence et une ténuité extrêmes. Cette gouttière marque l'axe même de la tache germinative ; elle porte le nom de *ligne primitive*. Les deux bords, devenant de plus en plus marqués, décrivent, du côté large de l'aire lucide, un petit arc pour se confondre l'un avec l'autre, tandis qu'à l'autre extrémité ils se réunissent à angle aigu. Ils embrassent ainsi entre eux, en haut, un sinus un peu arrondi, qui est l'*extrémité céphalique ;* en bas, un espace lancéolé, qui est l'extrémité caudale du futur embryon. »

(2) Carl Vogt, *Lettres physiologiques*, trad. franç., Paris, 1875, p. 591. Confusion comme tous les auteurs classiques : « Aussitôt que le sillon primitif est ébauché, il s'élargit, surtout à sa partie antérieure, et forme plusieurs diverticules latéraux..... »

ou moins confondus; dans la région de la ligne primitive, c'est au contraire le feuillet interne qui est nettement limité, tandis que le feuillet moyen adhère au feuillet externe dans toute la longueur du fond de la gouttière primitive. Cette disposition permet de penser que le feuillet moyen se forme par des processus différents dans chacune de ces régions : dans la zone tergale il proviendrait du feuillet interne; dans la région de la ligne primitive il proviendrait du feuillet externe ; ou tout au moins peut-on dire qu'il se forme dans la première zone aux dépens d'une masse primitive qui lui est commune avec le feuillet interne, et dans la seconde région aux dépens d'une masse primitive qui lui est commune avec le feuillet externe.

Cette disposition différente, et jusqu'à un certain point inverse, du feuillet moyen dans les deux régions que nous nous sommes attaché à distinguer, a dû faire commettre bien des confusions aux auteurs qui, s'occupant de l'histologie du blastoderme, au lieu d'examiner une série de coupes, s'en sont tenus à quelques préparations, ou du moins à des coupes dont le niveau (gouttière primitive ou gouttière médullaire) n'était pas précisé. Nous n'en citerons que deux exemples assez frappants, empruntés l'un à Ranvier, l'autre à Pouchet et Tourneux.

Dans son *Traité de technique histologique*, exposant, comme introduction à l'étude des épithéliums, la constitution du blastoderme du Poulet, Ranvier s'exprime ainsi (p. 230) : « Dans les heures qui suivent les vingt-quatre premières, l'embryon prend une forme définie. Il apparaît un sillon que l'on appelle le *sillon dorsal*. Il est formé aux dépens du feuillet externe, mais en son milieu les deux feuillets externe et moyen sont confondus. » Comme quelques lignes plus bas l'auteur dit que le sillon dorsal se ferme et devient canal vertébral, il est évident que par sillon dorsal il entend le sillon médullaire; or la coupe d'après laquelle il a fait la description rapportée plus haut n'intéressait nullement la gouttière médullaire, au niveau de laquelle il n'y a nulle adhérence entre l'exoderme et le mésoderme, mais bien la gouttière primitive, au niveau de laquelle les deux feuillets sont en effet confondus.

Même remarque à propos des observations de Pouchet et Tourneux, avec ceci en plus, que ces auteurs ayant observé la différence de constitution de la gouttière primitive et de la gouttière médullaire, mais pensant que ces deux formations se succèdent l'une à l'autre sur un seul et même point du blastoderme, émettent une hypothèse pour expliquer les deux dispositions constatées relativement aux rapports du feuillet moyen avec le feuillet externe : « Le corps du futur embryon, disent-ils (*Précis d'histologie et d'histogénie*, 1878, p. 86, 87, 88), s'annonce d'abord par une ligne qui suit l'axe de l'aire germinative ; cette ligne est la *nota primitiva* de Pander, ou *ruban axile* de Reichert. Quand on pratique sur l'embryon de Poulet des coupes à ce niveau, on constate que la division en trois feuillets n'y existe plus ; l'interne a gardé son individualité, mais les éléments des deux autres sont mêlés, enchevêtrés. Toute ligne de démarcation a disparu entre les cellules de l'une et l'autre provenance, en sorte qu'on peut dire avec raison que les éléments des organes qui prendront naissance à ce niveau (moelle épinière, cerveau, corde dorsale) dérivent également et autant du feuillet moyen du blastoderme que du feuillet externe... A peine cette confusion s'est-elle opérée sur la ligne médiane entre les éléments du feuillet moyen et du feuillet superficiel, qu'il se refait entre eux un groupement nouveau pour constituer deux organes nettement distincts : d'un côté, l'axe nerveux cérébro-spinal ; de l'autre, en contact avec lui et au-dessous de lui, la corde dorsale, qui est comme le centre d'évolution du squelette. »

Il est également facile de comprendre que, selon que tel embryologiste aura étudié plus spécialement des coupes de la zone tergale ou de la région de la ligne primitive, il sera porté à attribuer au mésoderme une origine exclusivement exodermique ou exclusivement endodermique. Nous ne saurions présenter ici l'étude critique complète de ces opinions : les travaux entrepris sur l'origine du feuillet moyen et des vaisseaux sont si nombreux, qu'une revue, même incomplète, des théories émises nous entraînerait trop loin. C'est une

question que nous nous proposons de reprendre à l'aide de recherches nouvelles empruntées surtout à l'embryologie comparée; on en trouvera du reste un excellent résumé dans la nouvelle édition de Kölliker. Pour montrer seulement comment les divergences à ce sujet cadrent parfaitement avec ce que nous avons signalé, c'est-à-dire avec la nécessité de ne pas se former exclusivement une opinion d'après des coupes portant sur une seule région, nous rappellerons que Remak, Waldeyer (ouvrages cités ci-dessus), Gœtte, Balfour, Durante, font provenir le feuillet moyen du feuillet interne; Kölliker au contraire lui assigne une origine exclusivement exodermique; enfin His le faisait provenir à la fois du feuillet externe et du feuillet interne.

Troisième conclusion.

La corde dorsale se forme uniquement dans la zone tergale, en avant de la gouttière primitive : comme le feuillet moyen de cette zone, mais plus nettement encore que les parties adjacentes de ce feuillet moyen, elle provient du feuillet interne, ou tout au moins partage-t-elle avec ce feuillet moyen une origine commune.

De même que la conclusion précédente, nous ne donnons celle-ci que comme introduction à de nouvelles recherches. Nous ferons seulement remarquer que ce qui est très-probable sur le blastoderme du Poulet, relativement à l'origine endodermique de la corde dorsale, paraît plus vraisemblable encore sur le blastoderme du Lapin, d'après les recherches de Hensen. Il est vrai que Kölliker a cherché à réfuter les opinions de Hensen, mais nous devons avouer que les arguments qu'il fournit et les dessins qu'il donne à l'appui nous paraissent précisément parler contre sa thèse : c'est une manière de voir qu'inspire la plus simple inspection de ses figures 190, 196 et 197 (1). Enfin, les nombreux travaux qui ont paru dans ces

(1) Hensen, *Beobachtungen über die Entwicklung des Kaninchens* (*Zeitschr. für Anatomie und Entwicklungsgesch.*, von His et Braun, 1876, p. 366). — Kölliker, *op. cit.*, 1876, p. 272.

dernières années sur l'embryologie des Poissons (1) nous montrent la corde dorsale de ces Vertébrés comme provenant d'une véritable involution du feuillet interne : Balfour notamment décrit la formation de la corde dorsale par une sorte d'invagination longitudinale de l'*hypoblaste* (endoderme), d'où résulte un cordon d'abord en connexion avec le feuillet interne, et qui s'en isole ensuite. Quoi qu'il en soit, l'évolution primaire de la corde dorsale est intimement liée à celle du feuillet moyen, et c'est une double question dont nous reprendrons prochainement l'étude d'une manière aussi complète que possible.

EXPLICATION DES FIGURES.

PLANCHES 13 à 18.

Les figures des six planches qui accompagnent ce mémoire ont été dessinées à la chambre claire. Les unes, représentant des blastodermes vus en surface, toujours par la région dorsale (la surface externe du blastoderme), sont dessinées à des grossissements divers (de 5 à 26 diamètres), et porten tdes numéros d'ordre qui sont reproduits pour toutes les coupes correspondantes. Les autres, représentant ces coupes, sont dessinées à peu près toutes au même grossissement (environ 120 diamètres), et ont partout, comme numéro, celui du blastoderme auquel elles appartiennent, avec indication, par une lettre, de la ligne suivant laquelle a été pratiquée la coupe.

Fig. 1. Blastoderme de quatorze heures. — Gross. 18 diam.

a, coupe de ce blastoderme selon la ligne *a*, c'est-à-dire au niveau de la convexité du *croissant antérieur* (voy. p. 12).

b, coupe selon la ligne *b*, c'est-à-dire dans la partie moyenne de la *zone tergale* (p. 9).

c, coupe selon la ligne *c*, c'est-à-dire dans la *tête* de la ligne primitive (ou *renflement caudal*).

d, coupe selon la ligne *d*, c'est-à-dire dans la partie antérieure de la ligne primitive, déjà légèrement creusée en gouttière à ce niveau.

e, coupe selon la ligne *e*, c'est-à-dire dans la partie moyenne de la ligne primitive.

(1) Balfour, *The Development of Elasmobranch Fishes* (*Journ. of Anatomy and Physiology*, April 1876, p. 538).

E. Calberla, *Zur Entwicklung des Medullarrohres und der* Corda dorsalis *der Teleostier und der Petromyzonten* (*Morphologisch Jahrbüch*, 1877).

Fig. 2. Blastoderme de dix-neuf heures. — Gross. 20.

a, coupe de ce blastoderme selon la ligne *a*, c'est-à-dire la partie antérieure de la zone tergale.

b, coupe selon la ligne *b*, c'est-à-dire un peu en arrière de la tête de la ligne primitive.

c, coupe selon la ligne *c*, c'est-à-dire à la partie moyenne de la ligne primitive.

Fig. 3. Blastoderme de vingt-quatre heures. — Gross. 26.

a, coupe de ce blastoderme selon la ligne *a*, c'est-à-dire à l'extrémité antérieure de la gouttière médullaire.

b, coupe selon la ligne *b*, c'est-à-dire dans la moitié antérieure de la gouttière médullaire.

c, coupe selon la ligne *c*, au niveau de la tête de la gouttière primitive.

d, coupe selon la ligne *d*, dans la moitié antérieure de la gouttière primitive.

e, coupe selon la ligne *e*, dans la moitié postérieure de la ligne primitive.

Fig. 4. Blastoderme de vingt-six heures. — Gross. 24.

a, coupe de ce blastoderme selon la ligne *a*, à la partie antérieure de la gouttière médullaire.

b, coupe selon le ligne *b*, à la partie moyenne de la gouttière médullaire.

c, coupe selon la ligne *c*, à la partie postérieure de la gouttière médullaire.

d, coupe selon la ligne *d*, sur la tête de la ligne primitive.

e, coupe selon la ligne *e*, à la partie postérieure de la ligne primitive.

Fig. 5. Blastoderme de vingt-neuf heures. — Gross. 20. — Il n'a pas été représenté de coupes de ce blastoderme, dont la figure a été donnée surtout pour montrer la transition entre la figure 4 et la figure 6.

Fig. 6. Blastoderme de trente-trois heures. — Gross. 18.

a, coupe de ce blastoderme selon la ligne *a*, c'est-à-dire au niveau de la région cervicale du canal médullaire.

b, coupe selon la ligne *b*, entre la troisième et la quatrième protovertèbre.

c, coupe selon la ligne *c*, dans la partie postérieure de la gouttière médullaire.

d, coupe selon la ligne *d*, sur la partie postérieure de la tête de la gouttière primitive.

e coupe selon la ligne *e*, sur la partie postérieure de la gouttière primitive.

Fig. 7. Blastoderme (embryon) de trente-neuf heures. — Gross. 24. — Il n'a pas été représenté de coupes de cet embryon, dont la figure a été donnée pour montrer la transition entre la figure 6 et la figure 8.

Fig. 8. Blastoderme de quarante-trois heures. — Gross. 10

Fig. 9. Partie postérieure de l'embryon du blastoderme précédent. — Gross. 26.

a, coupe de l'extrémité postérieure de cet embryon selon la ligne *a*, c'est-à-dire au niveau de la partie moyenne du sinus rhomboïdal déjà fermé (voy. p. 28).

b, coupe selon la ligne *b*, à la partie antérieure de la tête de la gouttière primitive.

c, coupe selon la ligne *c*, à la partie postérieure de la tête de la gouttière primitive.

d, coupe selon la ligne *d*, sur le rudiment de gouttière primitive.

Fig. 10. Blastoderme de cinquante heures. — Gross. 5.

Fig. 11. Partie postérieure du corps de l'embryon du blastoderme précédent. — Gross. 24.

Fig. 12. Coupe longitudinale médiane de cette partie postérieure du corps d'un embryon de cinquante heures : l'exoderme est à droite, l'endoderme à gauche; *a*, renflement caudal; *b*, dépression sous-caudale; *c*, région de l'allantoïde.

a, coupe transversale selon la ligne *a*, au niveau du renflement ou bourgeon caudal.

b, coupe selon la ligne *b*, dans la région de la dépression sous-caudale.

c, coupe selon la ligne *c*, dans la région où le bourgeon creux allantoïdien s'enfonce dans le mésoderme.

d, coupe selon la ligne *d*, au delà du sommet du bourgeon allantoïdien.

MÉMOIRE

SUR LA PONTE DE L'ABEILLE REINE

ET LA THÉORIE DE DZIERZON

Par J. PEREZ
Professeur à la Faculté des sciences de Bordeaux.

On sait que, d'après une théorie classique née en Allemagne, et qui ne souffre plus ajourd'hui de contestation sérieuse, tout œuf fécondé de l'Abeille reine est un œuf de femelle (ouvrière ou reine); tout œuf non fécondé, un œuf de faux-bourdon. L'Abeille mère peut même, dit-on, à volonté, pondre un œuf de mâle ou un œuf de femelle.

Lorsque Dzierzon, l'apiculteur distingué que cette théorie a rendu célèbre, la produisit dans le public apicole, elle y suscita de vifs débats. Elle triompha néanmoins de toutes les objections et vainquit toutes les résistances, grâce non-seulement à l'habile défense de son auteur, mais surtout aux expériences et aux confirmations anatomiques de praticiens exercés, ou de naturalistes éminents, tels que Berlepsch, Leuckart, von Siebold.

Si je viens ici combattre une théorie qui a depuis longtemps acquis droit de cité dans la science, et qui est devenue le *credo* de tout apiculteur instruit, c'est que j'ai, sans les chercher, rencontré des faits qui me paraissent l'infirmer d'une manière absolue.

I.

Je ferai tout d'abord une remarque qui me paraît être essentielle. L'hypothèse de Dzierzon, il ne faut point l'oublier, attribue à l'Abeille une faculté dont aucun autre animal ne paraît être doué, celle de pouvoir, à volonté, procréer des individus

de l'un ou de l'autre sexe. Pour expliquer cette faculté exceptionnelle, on admet, il est vrai, que l'Abeille mère peut à son gré féconder ou non, à leur passage dans l'oviducte, les œufs qui descendent des gaînes ovigères, en laissant ou non se répandre sur eux une certaine quantité du sperme contenu dans le réservoir séminal. Ce pouvoir si étrange est-il, au moins chez l'Abeille, la conséquence d'une organisatiou anatomique particulière? La conformation bien connue de son appareil génital ne se distingue par rien d'essentiel de celle de la généralité des femelles d'insectes. Or, on n'a jamais songé à attribuer à aucun autre insecte qu'à l'Abeille le pouvoir d'agir volontairement sur des phénomènes qui, par leur essence même, semblent absolument soustraits à l'influence de la volonté.

L'hypothèse de Dzierzon a donc tout d'abord contre elle une présomption dont la force ne peut échapper à personne.

Elle naquit dans l'esprit de son auteur du besoin d'expliquer certains faits que présente la génération des Abeilles, et aussi de considérations peu conformes, il faut l'avouer, aux données physiologiques positives (1). Ces faits, elle en rendait compte avec une ingénieuse facilité, qui séduisit des savants habitués à la rigueur des méthodes scientifiques plus encore peut-être que les éleveurs d'Abeilles. Ils pouvaient cependant recevoir une autre explication, et d'ailleurs ils n'avaient pas tous été observés avec une précision suffisante. Je n'ai point l'intention de passer tous ces faits en revue, je me bornerai à en relever un seul.

La preuve la plus considérable que l'on ait fournie de l'intervention d'un acte volontaire de l'Abeille dans la procréation des sexes, est la suivante. Ce sont les ouvrières, on le sait, qui construisent les cellules; elles leur donnent une grandeur et une forme déterminées, suivant qu'elles les destinent à loger soit des reines, soit des ouvrières, soit des faux-bourdons. Or l'Abeille mère ne s'y méprend jamais, dit-on; et, sauf les cas

(1) Voy. Siebold, *Die wahre Parthenogenesis bei Schmetterlingen und Bienen* (Leipzig, 1856). Analysé dans les *Ann. des. sc. nat.*, 4e série, t. VI, 1856.

de non-fécondation, chaque sorte de cellule reçoit l'œuf qui lui convient. — Il y a plus : que l'on porte dans une ruche des cellules de reines ou d'ouvrières, ou des cellules de faux-bourdons, l'Abeille mère pondra toujours des œufs de femelles dans les premières, des œufs de mâles dans les secondes. L'expérimentateur obtient ainsi, selon son bon plaisir, des femelles ou des mâles. Telle est la preuve principale que l'on ait produite de la faculté élective de la pondeuse.

Mais, pour être concluante, l'expérience devrait toujours donner le même résultat, ce qui n'a point lieu. On essayerait en vain, par ce procédé, d'obtenir des mâles en dehors de la saison où ils sont normalement produits. Il n'est pas un apiculteur qui ne sache que l'Abeille mère se garde de pondre toute l'année des œufs de mâles, alors même que toute l'année elle peut avoir des cellules de mâles à sa disposition. Tout ce que l'on est autorisé à admettre, c'est que d'ordinaire la pondeuse a l'instinct de déposer dans chaque sorte de cellules un œuf approprié ; encore cet instinct est-il souvent en défaut. Il n'est pas de ruche, en effet, qui ne puisse montrer à un moment ou à un autre des larves ou des nymphes de faux-bourdons occupant des cellules d'ouvrières. Une curieuse expérience a même été faite à Bordeaux, il y a peu d'années, par un apiculteur aussi habile qu'instruit, M. Drory (1). Un essaim ayant été logé dans une ruche entièrement garnie de rayons ne contenant que des cellules de mâles, la mère pondit dans ces cellules des ouvrières, rien que des ouvrières. L'expérience se faisait en septembre, époque où la ponte des mâles a cessé depuis longtemps. La présence exclusive de grandes cellules ne put déterminer la reine à pondre des œufs d'un autre sexe que ceux qu'elle produit naturellement en cette saison.

Il ne suffit donc point de fournir, à n'importe quel moment, à la pondeuse des cellules d'une sorte, pour qu'elle y ponde des œufs du sexe correspondant. Et l'expérimentateur est bien

(1) Voy. *Le Rucher, journal d'apiculture rationnelle,* dirigé par M. E. Drory, 3e année. Bordeaux, 1875, p. 290.

loin de gouverner, comme on l'a dit, au gré de son caprice, la ponte de la reine.

Se fiant à des conseils déduits d'idées théoriques que nul ne songe à mettre en suspicion, les apiculteurs s'imaginent, en supprimant les cellules à faux-bourdons, diminuer la ponte des mâles, qui constituent un déchet pour la récolte. L'expérience devrait pourtant leur apprendre qu'on n'obtient ainsi d'autre résultat que d'obliger la mère à pondre des mâles dans des cellules d'ouvrières.

Il y aurait un moyen plus efficace de supprimer les mâles à peu près complétement. Ce serait de n'avoir dans la ruche, à la fin de l'hiver, que des rayons exclusivement formés de cellules d'ouvrières. Si, dans une ruche ainsi composée, on plaçait, avant la ponte des mâles, un rayon uniquement formé de grandes cellules, la mère viendrait y pondre des œufs de mâles quand le moment serait venu. Il suffirait alors d'enlever ce rayon dès qu'il contiendrait un assez grand nombre d'œufs et de larves, et de le remplacer par un autre semblable, qu'on supprimerait à son tour au bout de quelques jours, et ainsi de suite jusqu'à la cessation de la ponte des œufs de faux-bourdons.

C'est normalement au printemps, et à une époque précise, que les mâles commencent à se montrer dans les ruches ; c'est donc à une époque précise que furent pondus les œufs d'où ils sont nés. Les apiculteurs savent que les essaims arrivés à la fin de l'hiver avec des provisions encore abondantes sont ceux où les mâles se montrent le plus tôt. Et souvent il suffit de nourrir artificiellement une ruche au début du printemps pour y hâter l'apparition des mâles. La production des œufs de l'un ou de l'autre sexe paraît être une nécessité physiologique étroitement liée à des conditions particulières de température et d'alimentation, et sans aucun rapport avec la volonté de l'Abeille. Ne voyons-nous pas aussi chez les Pucerons la production des sexes, tout en suivant une autre loi, se régler avec une remarquable ponctualité sur les changements des saisons ? Nous ne pouvons méconnaître que ce ne soient là des faits de même

ordre, bien que, dans un cas comme dans l'autre, nous ignorions absolument la relation immédiate qui peut exister entre la production des sexes et les conditions dont elle paraît dépendre.

On peut donc considérer comme démontré, je crois, que l'hypothèse suivant laquelle l'Abeille reine produirait à volonté des œufs de l'un ou de l'autre sexe ne repose sur aucune base solide, et se trouve au contraire en désaccord formel avec l'observation.

II.

Examinons maintenant cette autre proposition, que *tout œuf qui a subi le contact du fluide séminal est un œuf de femelle; tout œuf qui n'a pas subi ce contact est un œuf de mâle.*

Dans cette hypothèse, un œuf de femelle, ouvrière ou reine, recevant seul le baptême séminal, procéderait du père aussi bien que de la mère. Un œuf de mâle ne tiendrait que de la mère. Un faux-bourdon n'aurait point de père.

Qu'une mère mal conformée, incapable pour une cause quelconque de prendre ses ébats hors de la ruche, et astreinte partant à une virginité forcée, ne ponde que des mâles; que ces mâles soient tous de sa race, c'est là un fait que l'on ne saurait mettre en doute. Qu'il en soit de même encore de ces ouvrières qui, exceptionnellement, deviennent aptes à pondre, mais non à être fécondées, cela ne fait non plus aucune difficulté.

Mais le fait important, celui qui sert de fondement à toute la théorie, et pour l'explication duquel la théorie a été tout exprès faite, est le suivant : Une reine de race italienne, fécondée par un mâle de race allemande, donne des ouvrières et des reines, c'est-à-dire des femelles, métisses, et des mâles purs italiens. Inversement, une femelle allemande et un mâle italien donneront encore des femelles mêlées, mais des mâles purs allemands.

Produits par des femelles fécondées, les mâles ne ressemblent donc jamais qu'à leur mère, comme s'ils provenaient de

femelles vierges. D'où l'on a été conduit à admettre que la naissance des mâles n'est en rien influencée par la fécondation de la mère.

Je ne sache pas qu'aujourd'hui la vérité de cette loi, posée par Dzierzon, soit révoquée en doute. C'est tout fortuitement que j'ai été conduit à en reconnaître l'inexactitude.

Ayant fait venir d'Italie, au printemps de 1877, en vue d'autres observations à faire, un essaim d'Abeilles liguriennes, j'ai voulu, au printemps de 1878, italianiser trois ruches d'Abeilles françaises, en substituant à leurs reines des jeunes reines filles de celle qui m'était venue fécondée d'Italie. Malgré le soin que j'ai pu mettre à supprimer autant que possible les mâles français dans toutes les ruches, en conservant tous les mâles de la ruche italienne, afin d'augmenter les chances de voir mes jeunes reines fécondées par ces derniers, il est arrivé que toutes trois ont été fécondées par des mâles du pays, car les ruches que je voulais italianiser sont devenues métisses. Leur population, une fois renouvelée, s'est montrée composée d'ouvrières, les unes jaunes comme les italiennes, les autres noires comme les françaises, les autres enfin présentant le mélange, à proportions diverses, des caractères des deux races. Pareil résultat est du reste fort ordinaire; peut-être trouve-t-il son explication dans ce fait, que les mâles français, généralement plus gros et plus robustes que les mâles italiens, doivent avoir l'avantage sur ces derniers dans la sélection sexuelle naturelle.

Quoi qu'il en soit, une seule des ruches métisses a donné des mâles. Il est généralement assez rare qu'une reine nouvelle ponde des mâles dès l'année même où elle est née. Surpris de voir que quelques-uns de ces faux-bourdons ressemblaient singulièrement aux mâles français, alors que tous devaient être, d'après la théorie, italiens comme leur mère, je crus devoir examiner attentivement la population mâle de cette ruche.

Il est essentiel de dire comment je dus procéder à cet

examen ; et je suis obligé d'entrer, à ce propos, dans des détails minutieux, que le lecteur voudra bien excuser : ils sont indispensables.

Afin de déterminer avec sûreté à quelle race appartenait un individu donné, il m'a fallu tout d'abord chercher les caractères qui distinguent un mâle italien d'un mâle français. Les auteurs qui ont écrit sur les Abeilles sont en général fort peu précis à ce sujet. J'ai dû suppléer à leur iusuffisance par une comparaison attentive des mâles de l'une et de l'autre race parfaitement pures.

Ainsi que nous l'avons déjà dit, les mâles italiens sont ordinairement un peu plus petits que les mâles français. Mais nous ne prendrons point en considération ce caractère beaucoup trop vague. Les différences de coloration sont plus sensibles et plus généralement appréciées des éleveurs d'Abeilles, qui voient même dans la couleur plus ou moins jaune le signe d'une plus ou moins grande pureté de race italienne.

Cette couleur jaune se manifeste dans le fond du tégument des segments abdominaux. Nous négligerons, pour plus de commodité, le premier segment, qui est très-court, n'empiétant point sur la face dorsale de l'abdomen, et peu commode à observer.

Les segments suivants, du deuxième au cinquième, présentent, dans les mâles des deux races, une bordure claire, tranchant sur le fond noir du reste du tégument, et qui est jaune roussâtre chez les mâles français, jaune fauve plus ou moins vif chez les mâles italiens. Cette bordure, de largeur variable, peut manquer au cinquième segment du mâle français. Elle est notablement plus large chez l'italien, dont l'abdomen paraît, à première vue, rayé de jaune en travers, tandis que l'abdomen du mâle français paraît presque entièrement noir. De plus, chez le mâle italien, le deuxième segment, souvent le troisième et parfois aussi le quatrième, portent vers leur base une bande plus ou moins large et plus ou moins mal limitée, de la même couleur jaune. Il n'est pas rare de voir cette bande, sur le deuxième segment, confluer avec la bordure, et l'anneau

peut alors devenir entièrement jaune. Le troisième segment a toujours moins de jaune que le deuxième, le quatrième moins que le troisième. — Chez des individus moins colorés, les bandes basilaires s'oblitèrent et peuvent se réduire à une simple tache de chaque côté du segment. Je n'ai jamais vu de mâle italien qui n'eût au moins ce rudiment de la bande basilaire sur le second segment.

Un mâle français, au contraire, autant que j'en ai pu observer, ne présente jamais la moindre trace de cette bande basilaire sur les côtés de l'abdomen. Cela joint à l'étroitesse et à la coloration peu vive de ces bandes marginales, il en résulte que le faux-bourdon français a un aspect général noirâtre caractéristique, tandis que le faux-bourdon italien se reconnaît tout de suite à sa coloration plus ou moins fauve.

Ces différences entre les mâles des deux races ne sont en somme que des différences de degré. Elles n'ont évidemment rien d'absolu (1). Elles sont néanmoins très-faciles à apprécier, et par conséquent préférables, dans la pratique, à tels autres caractères qu'on pourrait trouver encore pour distinguer les mâles des deux races, comme par exemple la poilure, en général plus fauve chez le mâle italien, plus sombre chez le mâle français.

L'étude comparative que je viens d'indiquer m'ayant donné le moyen de déterminer sûrement la race d'un faux-bourdon, j'ai pris d'abord 100 mâles d'une ruche française. De ces mâles j'ai choisi le moins noir, celui dont les segments abdominaux avaient les bordures le plus larges, celui qui, partant, se rapprochait le plus des italiens. Ce mâle m'a servi de terme de com-

(1) Il existe, m'a-t-on dit, en Provence, une race d'Abeilles se rapprochant un peu par sa coloration de la race ligurienne. Les conditions climatiques qui ont fait en Italie la race italienne, se trouvant en partie reproduites dans notre Midi méditerranéen, on conçoit que l'Abeille ait pu y revêtir une livrée qui la fasse ressembler plus ou moins à l'Abeille italienne. Il se pourrait donc qu'il se trouvât en Provence des faux-bourdons présentant sur les côtés du 2e segment la tache vestige de la bande basilaire. Je n'ai heureusement pas eu affaire, à Bordeaux, à une sous-race pareille, qui eût rendu fort difficile, sinon impossible, l'observation délicate que j'avais en vue d'accomplir.

paraison, et je lui ai successivement confronté un à un des mâles pris dans la ruche métisse.

Tout mâle de cette ruche dont les bandes marginales étaient plus étroites que celles du mâle français choisi a été considéré comme français.

Tout mâle ayant au moins un vestige de bande basilaire au deuxième segment, fût-elle réduite au plus petit point jaune, a été compté pour italien.

J'ai enfin classé comme intermédiaire aux deux races, comme sang mêlé, tout individu qui, bien qu'ayant les bandes marginales plus larges que le français choisi, ne portait cependant aucune trace de bande basilaire au deuxième segment.

300 mâles de la ruche métisse se sont ainsi répartis de la manière suivante :

151 italiens;
66 métis à des degrés divers;
83 français.

Ces mâles présentaient donc dans leur ensemble, comme les ouvrières, le caractère bien évident du métissage. Il s'ensuit naturellement que, chez l'Abeille comme chez les autres animaux, les mâles participent des caractères du père aussi bien que de ceux de la mère; que les œufs de faux-bourdons, comme ceux de femelles, reçoivent par conséquent le contact du fluide séminal, et que la théorie de Dzierzon, créée pour expliquer un fait mal observé, devient inutile, puisque ce fait est controuvé.

Le terme de comparaison auquel j'ai cru devoir m'arrêter pour établir la statistique qui précède, est sans doute arbitraire. Mais il est évident qu'en prenant tout autre moyen artificiel pour le classement de mes faux-bourdons, j'aurais obtenu un résultat sinon absolument identique, tout au moins analogue. Et s'il y a exagération en quelque sens, ce n'est pas assurément dans le chiffre des français, ce qui est l'essentiel. Quelques unités de plus d'un côté ou de l'autre ne changeraient rien d'ailleurs au fond de la question.

Moins pour achever de me convaincre, — car les déterminations que j'avais faites ne laissaient pas l'ombre d'un doute dans mon esprit, — que pour répondre par avance à certaines objections qui ne manqueraient pas de me venir de la part des apiculteurs, j'ai soumis à deux apiculteurs distingués, M. Drory et M. Gatter, de Vienne, un lot de faux-bourdons pris dans les trois catégories que je viens d'indiquer, en les priant de me dire ce qu'ils en pensaient, sans les prévenir d'ailleurs de l'origine de ces Abeilles. J'ai obtenu cette réponse, que ces mâles leur paraissaient avoir plus ou moins de sang italien, et étaient sans doute fils d'une mère elle-même de sang mêlé. Le métissage était donc évident pour ces praticiens expérimentés. Quant à l'interprétation qu'ils en donnaient, elle était bien naturelle à des partisans convaincus de la théorie de Dzierzon. Au surplus, je reviendrai plus loin sur cette opinion pour en montrer le peu de fondement.

L'influence de l'élément séminal est manifeste dans les 83 mâles français ainsi que dans les 66 métis, c'est-à-dire dans la moitié du nombre total des individus observés. Mais il est certain que cette influence n'a pas été restreinte à cette étroite limite. Nous n'avons en effet tenu compte que d'un caractère unique, la coloration du tégument. Il est évident que la considération d'un autre caractère nous aurait conduit à reconnaître les traces du sang français dans un certain nombre des sujets classés parmi les italiens, surtout si l'on songe que la ressemblance avec l'un ou l'autre des progéniteurs peut se traduire dans les organes internes, où elle est difficile à saisir. Les 150 mâles français ou métis sont donc loin de représenter la totalité des germes sur lesquels l'action du fluide séminal s'est fait sentir. Il se peut même que pas un seul n'y ait échappé entièrement. Il ne faut donc point prendre à la lettre les désignations de français et d'italien, qui, dans le classement donné plus haut, ne s'appliquent qu'à l'apparence extérieure. Il en est, en un mot, de ces mâles, comme des femelles venues d'une origine semblable, et qu'on ne saurait considérer comme de

race pure, pour tant que leur extérieur en pût offrir l'apparence : leur progéniture en fournirait d'ailleurs la preuve.

III.

J'aurai maintenant à prévenir certaines objections que l'on pourrait me faire, et à répondre à d'autres que plusieurs apiculteurs m'ont déjà opposées.

1. Levons d'abord une première difficulté. Tout ce qui précède serait absolument dénué de valeur, si la reine dont les fils ont été soumis à l'observation n'était point une italienne de race pure. Les éleveurs d'Abeilles qui jadis firent une si vive opposition à la théorie de Dzierzon, ne peuvent souffrir aujourd'hui qu'on élève contre elle le moindre soupçon. Ne pouvant croire qu'une mère de race pure n'ait pas des fils appartenant exclusivement à sa propre race, ils affirment que la mère de produits mâles métis doit être elle-même métisse. Telle est l'objection de M. Drory et de nombre d'autres apiculteurs. Un zootechnicien bien connu, M. Sanson, par suite également d'idées théoriques préconçues, n'a pas hésité à me prêter cette grossière erreur (1). A cela je n'ai que deux mots à répondre. La mère de l'Abeille qui a pondu les faux-bourdons examinés par moi m'est venue *fécondée* de l'établissement apicole de M. Joseph Fiorini, de Monselice (Vénétie). Cette mère, encore vivante au moment où j'écris ces lignes, n'a cessé, depuis que je la possède, c'est-à-dire durant deux saisons, de donner des ouvrières, *toutes* italiennes magnifiques. Il n'y a donc pas de raison pour que les reines qu'elle a fournies ne soient pas italiennes comme leurs sœurs. Je ne saurais admettre, avec M. Drory, que, pour avoir des italiennes absolument pures, il faille les demander non point à des apiculteurs italiens, mais à M. Dzierzon lui-même, à Karlsmarkt (Silésie), ou à M. Dathe, à Eystrup (Hanovre), ou à M. Günther, à Gispersleben près d'Erfurth. Que certains apiculteurs allemands, M. Dzierzon surtout, aient

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences* du 28 octobre 1878.

réussi à produire par sélection des Abeilles plus jaunes que les Abeilles d'Italie, c'est là un fait bien connu, et qui n'a rien d'étonnant, pas plus que le fait inverse, tout aussi facile à obtenir si on l'eût cherché, et qui consisterait à tirer par sélection de la race italienne des Abeilles aussi noires que celles de France ou d'Allemagne. On aurait tort d'admettre que les Abeilles les plus jaunes soient les plus pures de race, comme c'est trop la tendance des apiculteurs. Je persiste donc à croire que la vraie race italienne doit se chercher en Italie et non en Allemagne. Et si l'expérience que j'ai rapportée eût été faite sur une *Edelkönigin*, ou *reine noble*, pour employer le nom pompeux qui sert à désigner ces reines, d'ailleurs fort belles, obtenues par sélection, le résultat au fond eût été absolument le même. La couleur plus jaune, la teinte plus claire de la pondeuse auraient pu seulement avoir pour effet d'éclaircir encore davantage celle de sa progéniture, et diminuer peut-être de quelques unités le nombre des individus se rapportant à l'autre race.

2. Quelques apiculteurs croient que les faux-bourdons passent sans difficulté d'une ruche dans une autre, en sorte que des faux-bourdons venus de ruches françaises auraient pu s'introduire dans ma ruche métisse. Mais si les mâles étaient si peu fidèles à leur berceau, on ne verrait point certaines ruches précoces posséder seules des mâles, alors qu'on n'en voit aucun dans les ruches voisines; ou au contraire telle ruche présenter encore des mâles, quand il n'en existe plus depuis longtemps dans les autres. On ne voit pas davantage des mâles français dans des ruches italiennes pures, ni des mâles italiens dans des ruches françaises, pour tant qu'un rucher puisse contenir des essaims des deux races.

Je me suis cependant assuré, par une expérience directe, que des mâles d'une ruche ne s'introduisent pas volontiers d'ordinaire dans une ruche étrangère; ils s'envolent le plus souvent quand on les dépose sur le tablier de celle-ci. Si quelquefois ils y entrent, ce qui peut arriver quand ils ont peu de vivacité ou que la capture les a un peu maltraités, on les voit bientôt après

expulsés par les ouvrières, qui toutefois ne les mettent point à mort, comme elles font des ouvrières intruses, et se contentent de les jeter à la porte.

Les mâles, comme les ouvrières, reconnaissent leur domicile et y retournent après avoir pris leurs ébats au dehors.

La présence de mâles noirs dans la ruche métisse ne peut donc s'expliquer par l'intrusion de mâles étrangers. Quoi qu'il en pût être d'ailleurs, les 66 métis ne pouvaient venir du dehors. Ils sont là pour témoigner que les mâles sont dans le cas des ouvrières, et de sang mêlé comme elles.

3. L'existence de ces métis rend tout aussi inacceptable une autre explication, qui consisterait à admettre que les faux-bourdons français étaient fils de l'ancienne reine française supprimée. Si à la rigueur cette reine eût pu avoir engendré les 83 mâles noirs, elle ne pouvait évidemment être la mère des métis. Et puis enfin cette population mâle hétérogène continuait encore à naître dans la ruche, alors que toute la descendance de l'ancienne reine avait disparu depuis quelques semaines. Cette reine noire avait donné des mâles nombreux, dont il ne restait plus un seul, quand elle fut remplacée par une reine italienne à l'état de nymphe dans une cellule operculée. Ils avaient tous été sacrifiés par les ouvrières à la suite du prélèvement de toutes les butineuses, qui furent ajoutées à un essaim pour le renforcer. Il y avait donc eu un intervalle notable entre la disparition des mâles anciens et l'apparition des mâles nouveaux.

4. Le fait que je signale, a-t-on dit, peut n'être qu'une exception, la non-participation des mâles aux caractères du père étant le fait normal. — N'aurais-je été témoin que d'une exception, l'observation ne perdrait rien de son importance théorique, et la nécessité d'une explication ne serait nullement supprimée pour cela.

Je suis convaincu qu'on ne parlera plus d'exception quand on regardera de près, plus qu'on ne l'a fait jusqu'ici, la population mâle des ruches métisses. En effet, mes observations étaient déjà faites et communiquées à la Société Linnéenne et

à la Société d'apiculture de Bordeaux, quand parut dans l'*Apiculteur* (1), journal de M. Hamet, professeur d'apiculture à Paris, une note de M. Arviset, annonçant qu'il a trouvé dans une ruche métisse « des bourdons des deux sortes » (italiens et français). M. Hamet lui-même, à l'occasion de cette communication, rappelle qu'il a déjà fait antérieurement des observations pareilles. M. Matter, de Payerne (Suisse), aurait observé aussi des mâles noirs (300) dans une ruche métisse, dont la mère italienne avait été fécondée par un mâle de la race noire d'Afrique (2). Le fait n'est donc point isolé. Seulement il était bon, et j'ai fait mon possible pour ne rien laisser à désirer à cet égard, de l'établir par des constatations rigoureuses. Trop souvent, en effet, les apiculteurs se bornent à de simples affirmations, que des affirmations contraires peuvent détruire. Et il ne suffirait point, par exemple, de regarder passer sur le tablier de la ruche les mâles qui sortent et qui rentrent, pour déterminer leur race à leur simple aspect.

5. C'est ainsi que des apiculteurs ont pu soutenir que souvent des reines italiennes de race pure donnaient des mâles noirs. Il n'y aurait dès lors rien d'étonnant que des reines italiennes fécondées par des mâles noirs fissent de même. Mais s'il en était ainsi, si des faux-bourdons véritablement italiens par la naissance pouvaient être allemands ou français par le vêtement, comment, lorsque la mère a forligné, peut-on dire que dans tel cas tous les mâles sont italiens, dans tel autre tous allemands ou français? La théorie de Dzierzon suppose que les faux-bourdons des deux races se distinguent aisément, ce qui n'aurait point lieu si des mâles italiens pouvaient être aussi noirs que des mâles français ou allemands. Une telle opinion résulte évidemment d'observations superficielles.

Elle est fort répandue parmi les apiculteurs. Pour me montrer les grandes différences que peuvent présenter les mâles d'une même ruche italienne pur sang, et infirmer par là même les

(1) Numéro d'août 1878.

(2) L'*Apiculteur*, numéro de janvier 1879.

conclusions que j'ai tirées de la dissemblance des miens, M. Drory m'a envoyé des faux-bourdons provenant d'une mère italienne, « la plus belle qu'il eût jamais vue ». Ils étaient en effet fort différents les uns des autres ; mais, d'après le critérium qui m'a servi plus haut, j'ai déterminé tous ces mâles comme italiens. La pureté de la race n'implique nullement la similitude parfaite de tous les produits, l'exacte ressemblance de tous les membres d'une même famille.

6. Il est aisé de concevoir comment une observation insuffisante a pu faire croire que les faux-bourdons, fils d'une mère italienne fécondée par un mâle d'une autre race, étaient tous italiens. Sur les 300 mâles que j'ai examinés, 83 seulement paraissaient rigoureusement français, tandis que 151 + 66, ou 217, c'est-à-dire la grande majorité, plus jaunes que les français, pouvaient très-bien passer pour italiens purs. On comprend donc que, dans des cas semblables, si l'on n'a pas examiné très-attentivement un à un, comme je l'ai fait, un grand nombre de mâles d'une ruche métisse, on ait pu croire que tous appartenaient exclusivement à la race de leur mère. Et cela d'autant mieux que la mère aura été de plus belle race, de couleur plus jaune, la teinte générale de la progéniture étant, ainsi que nous l'avons dit plus haut, proportionnée à celle de la mère elle-même.

IV.

Après avoir examiné toutes les difficultés que pouvaient présenter les faits eux-mêmes, et dissipé, je l'espère du moins, tous les doutes qui pouvaient en résulter, il me reste à justifier l'explication que j'en ai donnée, afin d'en légitimer par là même les conséquences théoriques.

Il est à remarquer tout d'abord que la parthénogenèse n'est point en cause ici. Le fait de la ponte d'œufs fertiles par une reine non fécondée ou par des ouvrières ne saurait être mis en doute. Les produits, dans ces deux cas, étant exclusivement mâles, il est démontré que ce sexe peut s'engendrer sans inter-

vention aucune de l'élément séminal. De là à penser qu'il en est encore de même quand la mère a subi les approches du mâle, que même alors les faux-bourdons ne procèdent point de lui, il n'y avait qu'un pas, et Dzierzon l'a franchi. Tout en signalant son erreur, je ne puis cependant ne pas l'excuser. L'induction était si naturelle! et puis les faits semblaient la vérifier.

Si la fécondation n'est point nécessaire pour que des germes mâles se développent, cela ne veut point dire que la fécondation n'ait sur ces germes aucune influence. Ils n'en subissent pas moins l'action du fluide séminal, qui leur transmet, à des degrés divers, la ressemblance paternelle. Les faux-bourdons peuvent naître sans père; mais si un père intervient, il leur imprime plus ou moins fortement le cachet de sa race.

La parthénogenèse n'est qu'un côté, et le moins caractéristique de la théorie de Dzierzon, dont le point fondamental est dans le rôle qu'elle attribue à la fécondation. Ce sont là deux questions absolument distinctes, et l'on a eu tort de les confondre l'une avec l'autre dans quelques critiques qui m'ont été adressées (1).

Cette distinction posée nous dispensera de passer en revue plusieurs objections faites par des apiculteurs à qui elle a échappé, et réduira à un petit nombre celles dont l'examen me paraît nécessaire.

1. Nous avons vu que les faux-bourdons de la ruche métisse se trouvaient absolument dans le même cas que les ouvrières, et présentaient un mélange de trois sortes d'individus, des français, des italiens, des italo-français. D'où la conclusion que les faux-bourdons, comme les ouvrières, procédaient du père aussi bien que de la mère.

Un apiculteur distingué de Bordeaux, M. Sourbé (2), a proposé du fait une autre explication. Je n'aurais été témoin,

(1) Voyez, par exemple, une note de M. Sanson, dans les *Compt. rend. de l'Acad. des sciences* du 28 octobre 1878.

(2) *Journal d'agricult. et d'hortic. de la Gironde*, numéro du 10 août 1878.

d'après lui, que d'un cas exceptionnel, résultant d'une fécondation incomplète des germes de ces mâles. La fécondation de l'œuf, pour être complète, exigeant une certaine dose minimum de substance séminale, si ce minimum ne lui est pas départi, la quantité plus faible de matière fécondante agit néanmoins sur le germe, et lui imprime une somme proportionnée de ressemblance avec le progéniteur mâle. Ainsi s'expliquerait l'altération plus ou moins profonde du type italien dans les mâles que j'ai observés.

Mais cette explication est absolument indépendante de la théorie qu'elle a pour but de défendre ; elle omet le point essentiel, le fond même de cette théorie. Suivant Dzierzon, le rôle du sperme ne se réduit point simplement à transmettre aux produits la ressemblance paternelle ; le sperme a encore pour effet de transformer le sexe du germe. Originairement tout œuf serait mâle. Pondu sans être fécondé, il reste mâle ; fécondé, de mâle il devient femelle, suivant la volonté, le caprice de la mère. Si donc l'œuf ne reçoit point la quantité de sperme suffisante pour que sa fécondation soit complète, non-seulement le produit recevra une somme diminuée de ressemblance paternelle, mais en outre le sexe de ce produit subira une transformation partielle. Ce n'est donc point un mâle qui en naîtra, comme dans le cas de non-fécondation, mais un hermaphrodite. Telle est la conséquence naturelle de l'hypothèse de Dzierzon. Si naturelle, que von Siebold, dans une étude qu'il a faite d'Abeilles hermaphrodites (1), n'a pas hésité à expliquer leur état sexuel par une fécondation incomplète de l'œuf, et l'éminant zoologiste voit même avec une satisfaction marquée qu'aucune difficulté ne résulte ainsi, pour la théorie de Dzierzon, des anomalies qu'il décrit.

2. M. Sourbé (2) a proposé encore une autre explication, produite aussi depuis par M. Sanson (3). Les mâles noirs et

(1) *Ueber Zwitterbienen*, von C. Th. von Siebold, in *Zeitschr. für wiss. Zool.*, Band XIV, 1864.

(2) *Loc. cit.*

(3) *Loc. cit.*

métis pourraient être un résultat de réversion atavique. Mais qui peut dire ce qu'était la souche commune des races d'Abeilles actuellement existantes? Était-elle noire? était-elle jaune? On l'ignore, et l'on ne saurait par suite affirmer qu'une coloration plus noire dans la race jaune soit un effet d'atavisme.

Il se rencontre dans nos contrées, et j'en ai observé jusque dans les Pyrénées, des Abeilles noires dont le deuxième segment a la base largement jaune. On pourrait tout aussi légitimement mettre sur le compte de l'atavisme cette coloration accidentelle dans notre race française.

Je n'ai pas été seul, on l'a vu, à observer ces faux-bourdons mélangés. Et ce serait un hasard bien étrange que l'atavisme eût été exercer son influence sur les mâles de ruches métisses précisément. Ces coïncidences ne semblent-elles pas plutôt indiquer un fait constant et régulier? Il ne sera plus question d'atavisme, on peut l'espérer, quand les observations de ce genre se seront multipliées, quand on aura mieux étudié la population mâle des ruches métisses.

3. M. Arviset, dont j'ai parlé plus haut, propose une troisième explication. Le mélange des caractères des deux races, accusé dans les mâles comme il l'est dans les ouvrières, a conduit cet apiculteur à admettre que les œufs de faux-bourdons sont pondus, non point par la reine, mais par des ouvrières. La diversité des mâles s'expliquerait ainsi par la diversité de leurs mères. M. Maurice Girard (1) admet la même explication, et suppose que les ouvrières pondeuses sont plus communes dans les ruches qu'on ne l'a cru jusqu'ici. J'ignore sur quels faits repose cette opinion de M. Girard. Je suis tout au contraire persuadé que ces pondeuses sont fort rares. Si certaines ruches peuvent parfois montrer des mâles jusqu'en automne, il est plus habituel que tous les individus de ce sexe soient sacrifiés de bonne heure, et nombre de ruches n'en présentent pas un seul pendant la plus grande partie de la belle saison. Celles notam-

(1) *Annales de la Soc. entom. de France*, Bulletin de la séance du 23 octobre 1878.

ment qui possèdent une jeune reine de l'année ne produisent qu'exceptionnellement des faux-bourdons. Ces faits, bien connus des apiculteurs, sont peu favorables à l'hypothèse de l'existence fréquente d'ouvrières pondeuses.

M. Hamet (1) professe la même opinion que MM. Arviset et Girard, avec une nuance cependant. Il ne doute point que mes 151 mâles italiens n'aient été pondus par la mère italienne, mais il se refuse à l'admettre pour les métis et les noirs. Ceux-ci ont été pondus par des ouvrières. Mais, ainsi qu'on l'a vu plus haut, le critérium qui a servi pour le classement de ces mâles est tout arbitraire : il a fallu, pour les séparer en trois catégories, imaginer entre elles des lignes de démarcation purement idéales. Les moins jaunes des faux-bourdons italiens différaient à peine des métis les plus jaunes ; les plus sombres de ces derniers étaient, d'autre part, tout aussi voisins des français les moins noirs. Les trois catégories, en un mot, se fondaient l'une dans l'autre par des transitions graduelles, comme il convient à des fils d'une même mère.

Quoi qu'il en soit d'ailleurs de la ponte des ouvrières, qu'elle soit rare ou fréquente, il me semble impossible d'attribuer à ces Abeilles la production des mâles que j'ai observés. Les premiers, en effet, commencèrent à se montrer dans la ruche presque en même temps que les premières ouvrières, filles de la reine nouvelle, beaucoup trop tôt par conséquent pour que celles-ci, alors même qu'elles se fussent mises à pondre dès la sortie de leur berceau de nymphe, eussent eu le temps de donner naissance à des faux-bourdons en état de voler. Ces derniers ne pouvaient donc être que leurs frères.

M. Hamet annonçait encore, le 12 juin 1878, à la *Société centrale d'apiculture et d'insectologie*, qu'une colonie d'Abeilles noires, à laquelle il avait donné, au commencement d'octobre précédent, une mère italienne, avait des faux-bourdons qui, « à quelques rares exceptions près », étaient de la race indigène. M. Hamet attribue ces mâles noirs à quelques ouvrières, der-

(1) *L'Apiculteur*, numéro de novembre 1878, p. 345.

nier reste de l'ancienne population, et âgées par conséquent de sept à huit mois.

Il y aurait peut-être quelques réserves à faire au sujet de cette longue existence que M. Hamet prête à ces ouvrières, même en tenant compte des mois d'inactivité hivernale. Quoi qu'il en soit à cet égard, la grande majorité de ces mâles, les mâles noirs, auraient été pondus par l'infime minorité des ouvrières, les noires, qui ne se trouvaient plus, à la date du 12 juin, que « dans la proportion de 1 à 50 italiennes ». Par contre, les rares mâles jaunes ne pouvaient provenir que de la mère ou des ouvrières jaunes, cinquante fois plus nombreuses que les noires. Et si, comme on l'a dit, et comme cela est très-possible, il est des ruches métisses dont tous les faux-bourdons sont noirs, il faudra de même les attribuer tous aux Abeilles noires, et pas un ne restera, que l'on puisse rapporter à la mère et aux ouvrières jaunes. Voilà les singularités où conduit l'hypothèse de la ponte fréquente des ouvrières. On ne voit guère le bénéfice que peut en retirer la théorie de Dzierzon.

Nous nous bornerons à cette remarque, sans examiner de plus près l'observation de M. Hamet, bien qu'elle pût prêter à des considérations intéressantes, mais sans rapport direct avec la démonstration qui fait l'objet de ce travail.

Aucun des apiculteurs ou naturalistes que nous avons cités ne conteste l'existence de mâles non italiens dans une ruche métisse dont la mère est italienne. Ce fait est formellement contraire aux affirmations de Dzierzon, et sa conséquence naturelle est la négation de la loi qui, d'après lui, régirait, chez l'Abeille, la production des sexes. Au lieu d'en tirer cette conclusion, on croit sauver une théorie que l'on regretterait, et dont la singularité même avait séduit, par des hypothèses diverses, qui parfois la défigurent entièrement, ou même aboutissent, en fin de compte, à cette négation que l'on avait à cœur d'éviter.

Je n'ai pas eu l'occasion, et je le regrette, de faire des

observations sur la progéniture d'une reine noire fécondée par un faux-bourdon jaune. Mais cette lacune, que j'espère combler au printemps prochain, ne peut rien ôter à la valeur des faits que j'ai rapportés. J'ai pris aussi les mesures nécessaires pour étudier les mâles qui seront produits par une de ces reines si haut prisées, une *Edelkönigin*, fécondée par un mâle noir. Plusieurs apiculteurs m'affirment qu'il n'en sera point de celle-ci comme de celle dont j'ai étudié les produits. J'ignore jusqu'à quel degré peut s'accuser dans sa progéniture l'influence de la couleur jaune de la mère, exagérée par la sélection. Il se pourrait, quoique à priori cela me semble peu probable, que les faux-bourdons les plus sombres issus de ce mariage, exagérés eux-mêmes dans leur coloration, présentassent quelque rudiment de bande basilaire au deuxième segment. Mais au lieu de se hâter d'en conclure que tous sont italiens, il sera nécessaire de constater si ces mâles ne sont pas, malgré tout, plus sombres en somme que les fils d'une *reine noble* fécondée par un faux-bourdon d'une égale noblesse. Si la teinte générale de ces mâles est sensiblement plus obscure que celle des produits de l'union consanguine, il faudra bien reconnaître dans ce fait la preuve de la paternité effective du mâle noir, alors même qu'il ne se trouverait dans sa lignée aucun fils aussi noir que lui.

Je crois devoir, en terminant, dire ma pensée sur une des preuves qui firent le plus d'impression sur les apiculteurs et les zoologistes, et contribuèrent le plus à fonder la croyance à la théorie de Dzierzon.

On sait que Leuckart se livra à la recherche des spermatozoïdes sur la région micropylaire d'un certain nombre d'œufs d'Abeille. Il aurait réussi 2 fois sur 50 à en trouver sur des œufs d'ouvrières, et jamais sur des œufs de faux-bourdons.

Siebold rechercha les spermatozoïdes dans l'intérieur même de l'œuf. Il parvint à en découvrir dans 30 œufs d'ouvrières sur 52 qu'il examina. Il aurait même constaté dans quelques cas la mobilité des filaments séminaux. Par contre, 27 œufs de

mâles ne lui montrèrent aucun spermatozoïde, et l'auteur pense qu'ils n'auraient pu toujours lui échapper, si réellement il y en avait eu.

On comprend Leuckart avouant la difficulté des recherches qu'il a faites. Celles de Siebold paraissent encore plus délicates. Les données les plus récentes sur la fécondation, fournies par des œufs d'autres espèces, où l'observation est relativement plus facile, les interprétations auxquelles ils ont donné lieu, doivent faire planer quelques doutes sur des recherches de cette nature remontant à plus de vingt ans. Parmi les auteurs qui, de nos jours, disent avoir observé la pénétration du spermatozoïde dans l'œuf, il n'en est pas un qui n'admette sa prompte disparition : aucun observateur récent n'a vu de spermatozoïde mobile dans le vitellus. Prises en elles-mêmes, et en dehors de toute autre considération, les recherches de Siebold ne sauraient avoir aujourd'hui la valeur qu'on leur prêta jadis.

NOTE

SUR

LA PARTHÉNOGENÈSE CHEZ LES ABEILLES

Par M. ANDRÉ SANSON

Professeur de zoologie et de zootechnie à l'École nationale de Grignon
et à l'Institut national agronomique.

La reproduction de l'espèce par des œufs non imprégnés de l'élément mâle, ou reproduction parthénogénésique, chez les Insectes, a été maintenant observée de la manière la plus nette dans un nombre assez considérable de genres. C'est un fait qui pouvait être considéré comme incontestable scientifiquement, bien qu'il soit venu troubler les anciennes notions générales sur le développement des êtres animés. Ce fait ne prouve pas toutefois, ainsi que quelques personnes semblent le croire, que l'œuf peut donner naissance à l'embryon sans avoir été fécondé. Il peut tout aussi bien établir que nous ne connaissons pas encore tous les modes de fécondation. Ce qui est certain seulement, c'est que chez les Insectes où la parthénogenèse a été constatée, l'accouplement sexuel de la femelle avec un individu mâle de son espèce n'est pas nécessaire pour que cette femelle soit apte à pondre des œufs féconds, des œufs capables de manifester la segmentation, de subir l'évolution embryonnaire, finalement de donner naissance à un individu nouveau.

Chez les Abeilles, en particulier, la reproduction parthénogénésique présente cette singularité, que d'œufs non imprégnés de spermatozoïdes ne naissent jamais que des individus mâles ou faux-bourdons. Chez ces mêmes Abeilles une autre particularité non moins curieuse, mais qui ne leur est pas

cependant exclusive, est celle des grandes différences morphologiques qui existent entre la femelle et le mâle. Celui-ci n'est pas seulement une sorte d'amplification des formes de sa mère. Dans les pattes, notamment, il n'a pas le même nombre d'articles. Et il y a là, soit dit en passant, un phénomène d'hérédité que nous sommes encore impuissants à expliquer. Tandis que les formes à la création desquelles concourent ensemble le mâle et la femelle, par les éléments anatomiques qu'ils fournissent à l'embryon, reproduisent exactement celles de la mère ou de la femelle, et pas du tout celles du père, au contraire les formes qui dérivent exclusivement de l'ovaire maternel reproduisent celles de l'individu mâle, qui n'y a pris directement aucune part, qui ne leur a fourni aucun élément.

On sait que l'Abeille femelle possède, à côté de son oviducte, et reliée avec lui par un petit conduit, une vésicule sphérique, pourvue de fibres musculaires lisses et contenant normalement un liquide transparent. C'est son réservoir séminal, encore appelé *spermatheca*. Lorsqu'elle s'est accouplée, le liquide est devenu trouble, d'un blanc laiteux, et le microscope y fait reconnaître la présence des spermatozoïdes en abondance.

Tous les observateurs qui ont étudié scientifiquement la physiologie de l'Abeille sont d'accord pour reconnaître que le réservoir séminal se contracte dans des conditions déterminées, lors du passage de l'œuf dans l'oviducte, pour y faire parvenir les spermatozoïdes nécessaires à son imprégnation. Le doute n'existant point à l'égard de l'inaction du réservoir, au moment du passage de l'œuf qui doit donner naissance à un mâle, les interprétations varient pour ce qui concerne la condition déterminante de sa contraction. Les uns y ont voulu voir un acte de volonté ou de discernement de la part de la mère en occupation de pondre ses œufs dans les diverses sortes de cellules ou alvéoles mis à sa disposition par les ouvrières. Les autres, répugnant à accorder l'intelligence à un chétif insecte, ont cru trouver la raison du fait dans la différence de capacité des alvéoles.

Comme l'Abeille, pour pondre, introduit son abdomen presque jusqu'au fond de ces alvéoles, ils ont pensé que dans les alvéoles d'ouvrières, plus petits, l'abdomen serait pressé et le réservoir séminal aussi, par conséquent ce qui enverrait du sperme dans l'oviducte par une action purement mécanique; tandis que dans les alvéoles de mâles, plus grands, la pression ne se produirait pas.

Cette interprétation mécanique ne supporte pas l'examen, en présence du fait bien connu du développement de faux-bourdons dans les alvéoles d'ouvrières, et conséquemment de la ponte d'œufs mâles dans ces alvéoles. Toujours est-il qu'en observant l'Abeille dans l'exercice de sa fonction de pondeuse, sur un rayon ou gâteau pourvu à la fois des deux sortes d'alvéoles, on la voit déposer activement ses œufs au fond de ces alvéoles sans jamais se tromper. Le plus probable, dans l'état actuel de la science, c'est que le réservoir séminal, lorsque la ponte a lieu dans une grande cellule maternelle ou dans une petite cellule d'ouvrière, se contracte par une action réflexe dont le point de départ nous reste encore inconnu. Il me paraît sage, en de telles matières, de laisser de côté toute dissertation psychologique sur la volonté, et de s'en tenir aux faits. Nous ne saurons vraisemblablement jamais si l'Abeille a ou non conscience de ses actes. Nous savons seulement qu'elle agit en cela, comme en toute chose, avec une rare précision, conformément au but déterminé de ses actions. Nous savons aussi que ses œufs, tels qu'ils se trouvent à l'état de maturité dans les ovaires, sont aptes à évoluer sans l'intervention du spermatozoïde, mais que, dans ce cas, de leur évolution résultent invariablement des individus mâles. Dans les ovaires, ils sont donc tous mâles. Pour devenir femelles, il leur faut absolument l'imprégnation par le spermatozoïde.

Tel est le fait solidement acquis que M. J. Perez (1) a tenté récemment de remettre en doute. « On sait, dit-il, que, d'après une théorie classique née en Allemagne, et que per-

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXVII, p. 408.

sonne aujourd'hui ne conteste, un œuf fécondé de l'Abeille reine est un œuf de femelle; tout œuf non fécondé est un œuf de mâle. L'Abeille mère peut même, dit-on, pondre à volonté un œuf de l'un ou de l'autre sexe. Et l'on explique cette faculté, exceptionnelle dans le règne animal, en admettant que l'Abeille peut, au moment du passage de l'œuf dans l'oviducte, répandre ou non sur lui une certaine quantité du sperme contenu dans le réservoir séminal. L'organisation de l'appareil génital de l'Abeille ne diffère cependant par rien d'essentiel de celle de la majorité des femelles d'insectes, à qui l'on n'a jamais songé à attribuer le pouvoir d'agir à leur gré sur des phénomènes qui semblent absolument soustraits à l'influence de la volonté.

» L'hypothèse a été imaginée surtout en vue d'expliquer ce fait, jusqu'ici non contesté, qu'une reine italienne fécondée par un mâle allemand donne des femelles (ouvrières et reines) métisses et des mâles purs allemands. L'inverse aurait lieu si une reine allemande était fécondée par un mâle italien; en sorte qu'un œuf de mâle ne recevrait jamais le baptême séminal; un faux-bourdon n'aurait point de père. »

D'après cet énoncé, il semblerait que la parthénogenèse de l'Abeille fût encore à l'état d'hypothèse explicative, comme au moment où Dzierzon la présenta pour la première fois, afin d'interpréter les faits incontestables dont il vient d'être parlé. L'état de la science n'autorise cependant pas à la considérer ainsi. Depuis lors, en effet, de nombreux expérimentateurs, parmi lesquels Siebold, Leuckart, Berlepsch, l'ont vérifiée et confirmée un grand nombre de fois. La vérification expérimentale directe est on ne peut plus facile, par des moyens très-divers. Il suffit, par exemple, de refroidir une jeune mère fécondée, jusqu'à la température à laquelle les spermatozoïdes perdent définitivement leur activité, puis de la remettre dans sa ruche, où les ouvrières la réchauffent, pour qu'ensuite elle ne ponde plus que des œufs mâles. Une jeune mère vigoureuse, dont l'accouplement a été empêché par un artifice qui s'oppose à sa sortie de la ruche durant un nombre suffisant de

jours après qu'elle a acquis son développement complet, en vient néanmoins à pondre lorsque ses ovaires se sont remplis d'œufs. Ceux-ci non plus ne donnent naissance qu'à des faux-bourdons.

Lorsque, par suite de la mort accidentelle de leur mère, les ouvrières de la ruche deviennent orphelines, elles s'empressent de faire le nécessaire pour se procurer une nouvelle pondeuse, sans laquelle la population s'éteindrait bientôt fatalement. Dans le cas de l'existence de *couvain* (œufs ou jeunes larves dans les alvéoles d'ouvrières), cela consiste à détruire, autour de plusieurs des alvéoles ainsi pourvus, les parois de cire pour agrandir le local, puis à édifier des cellules maternelles et à les pourvoir de l'alimentation spéciale. S'il s'agit d'œufs, le but est facilement atteint. Ceux qui auraient donné naissance à des ouvrières dans les alvéoles où ils avaient été déposés par la mère, deviennent des femelles complètes dans leur cellule maternelle, et l'une d'elles remplace la mère perdue. Dans le cas des larves, il en est de même, si celles-ci, sont encore assez jeunes, si elles n'ont pas encore cessé de recevoir leur première alimentation; dans le cas contraire, la cellule spacieuse et l'alimentation spéciale restent impuissantes. Les organes sexuels ne se développent qu'imparfaitement. Le réservoir séminal, notamment, reste rudimentaire, ainsi que le vagin. Toutefois il arrive parfois que les ovaires acquièrent un développement à peu près complet et que la ponte a lieu. Mais l'espoir des ouvrières est déçu: il ne sort des alvéoles que des faux-bourdons. La mortalité des ouvrières continue de sévir, et pour elles la natalité est nulle. La population des consommateurs a augmenté, celle des travailleuses va sans cesse diminuant. La société est vouée à une perte certaine et prochaine. Ici la fécondation par le sperme a été rendue impossible par les dispositions anatomiques mêmes.

En 1868 (1), j'ai mis sous les yeux de l'Académie des sciences un fragment de gâteau contenant dans des alvéoles

(1) *Comptes rendus*, t. LXVII, p. 51.

d'ouvrières des faux-bourdons provenant d'œufs pondus ainsi par une ouvrière. En même temps j'en présentais d'autres, en plus grand nombre, trouvés dans une ruche dont la mère, déjà vieille, avait épuisé sa provision de spermatozoïdes. Examiné au microscope, son réservoir séminal s'était montré demi-transparent.

Ces pièces n'avaient point pour objet de prouver la réalité de la parthénogenèse. Nous les avions recueillies dans le rucher du pasteur Bastian, à Wissembourg, au cours des expériences que nous faisions en collaboration pour vérifier l'assertion de Landois, relative aux conditions déterminantes du sexe chez les Abeilles. Je présentais aussi de nombreuses cellules de mâles remplies par des ouvrières, qui s'y étaient développées par l'éclosion d'œufs pondus par une jeune mère très-féconde, que nous avions forcée à les y déposer, en ne mettant point d'autres cellules à sa disposition. La démonstration de l'indifférence de la forme de l'alvéole et de la qualité de l'alimentation sur le déterminisme sexuel était ainsi complète; mais en même temps il est clair que, pour ce qui concerne les œufs mâles, celle de la réalité de la parthénogenèse ne l'était pas moins.

Pour tous ces motifs et bien d'autres que je néglige de signaler, et que l'état de la science met à la disposition de tous ceux qui veulent aborder le sujet, on est en droit de s'étonner, en voyant qualifier d'hypothèse un fait tellement mis en évidence à la fois par l'expérience et par l'observation. Sa démonstration est bien évidemment indépendante du fait relatif aux effets du croisement de l'Abeille italienne avec le mâle d'une autre race, ou inversement, fait qui est d'ailleurs incontestable. Quand même l'observation d'abord signalée par Dzierzon ne serait pas exacte, la théorie parthénogénésique n'en resterait pas moins inébranlable chez les Abeilles comme chez les autres insectes, où elle a été constatée depuis.

Mais examinons l'argumentation que M. J. Perez lui oppose, et auparavant reproduisons-la textuellement, pour ne pas risquer de l'affaiblir.

Après l'énoncé cité plus haut, il poursuit : « Or je possède en ce moment une ruche dont la reine, fille d'une italienne de race pure, a été fécondée par un mâle français. Les ouvrières, en effet, sont, les unes véritablement italiennes, d'autres françaises; d'autres enfin présentent le mélange, à proportions diverses, des caractères des deux races.

» Surpris de voir dans cette ruche certains faux-bourdons, entre autres, aussi noirs que des mâles français, alors que tous devaient être, d'après la théorie, italiens comme leur mère, je crus devoir examiner ces divers mâles de plus près. J'en recueillis donc 300 qui furent examinés avec un soin scrupuleux, d'où il est résulté la statistique suivante :

151 étaient italiens purs(1) ;
66 métis à des degrés divers;
83 français.

» D'où il suit évidemment que les œufs de faux-bourdons, comme les œufs de femelles, reçoivent le contact du sperme déposé par le mâle dans les organes de la reine, et que la théorie de Dzierzon, créée pour expliquer un fait mal constaté, devient inutile si ce fait est controuvé.

» Il est aisé de concevoir comment une observation insuffisante a pu faire croire que les faux-bourdons, fils d'une mère italienne fécondée par un mâle d'une autre race, étaient tous italiens. Sur 300 mâles, 83 seulement m'ont paru être rigoureusement français, tandis que 151 + 66, ou 217, c'est-à-dire la grande majorité, plus jaunes que les français, pouvaient très-bien passer pour italiens purs. On comprend donc que, dans des cas semblables, si l'on n'a pas examiné très-attentivement un à un, comme je l'ai fait, un grand nombre de mâles d'une ruche métisse, on ait pu croire que tous appartenaient exclusivement à la race de leur mère. Et cela d'autant mieux que la mère aura été de plus belle race, de couleur plus jaune, la teinte plus claire de la pondeuse devant éclaircir encore

(1) Le texte des *Comptes rendus* porte 161, mais il y a là évidemment une faute d'impression. (A. S.)

davantage celle de sa progéniture, et diminuer de quelques unités le nombre des individus se rapportant à l'autre race. »

Les faits observés par M. J. Perez se présentent fréquemment dans les ruchers de l'Europe centrale, dont on se propose de transformer la population par l'introduction de mères italiennes. Je les ai constatés moi-même dans celui du pasteur Bastian, à Wissembourg, dont il a été parlé plus haut, et étudiés avec grand soin par l'examen attentif de plusieurs milliers d'individus des deux sexes. Mais j'étais placé à un tout autre point de vue, qui donne la clef de leur exacte interprétation. Je me proposais de vérifier sur les insectes, à l'aide de ce matériel si abondant et vraiment commode, la réalité de l'une des lois de l'hérédité dont la recherche m'a le plus occupé. Il s'agit de la loi de réversion au type naturel, dérivant du phénomène de l'atavisme, à l'appui de laquelle j'ai accumulé, depuis une quinzaine d'années, de nombreuses preuves tirées de l'observation des animaux domestiques. Le fonctionnement de cette loi fournit une des démonstrations les plus saisissantes de la fixité des caractères spécifiques.

Dans le cas particulier du rucher de Wissembourg, l'observation pouvait être complète, l'origine des mères italiennes nous étant parfaitement connue, ce qui n'existe pas précisément pour la ruche de M. J. Perez. Il se borne à nous apprendre, en effet, que « la reine, fille d'une italienne de race pure, a été fécondée par un mâle français ». De sorte qu'en admettant même la pureté certaine de la mère italienne, rien ne garantit celle de la fille fécondée par un mâle français. On ne nous dit pas d'où elles viennent. Or, ceux qui sont au courant de ces choses savent fort bien que la pureté des mères Abeilles italiennes livrées par le commerce est sujette à caution.

Celle de leurs caractères extérieurs n'est pas à cet égard une garantie suffisante, ainsi du reste que le montre le texte même de notre auteur. Il a soin de nous signaler que dans la descendance immédiate de la mère issue d'une italienne de race pure et fécondée par un mâle français, il y avait des ouvrières « véri-

tablement italiennes ». Si les œufs qui ont donné naissance à ces ouvrières véritablement italiennes avaient fait leur évolution dans des cellules maternelles, il en fût résulté des mères non moins « véritablement italiennes » pour l'auteur, quoiqu'elles eussent été cependant véritablement métisses. Bon nombre de mères qui passent pour des italiennes de race pure sont dans ce cas. Les faits observés par M. J. Perez, et dont il n'y a aucun motif de mettre en doute la parfaite exactitude, nous autorisent à affirmer qu'il en était de même de l'italienne qui les lui a fournis. La raison péremptoire est qu'il n'en peut pas être autrement. L'évidence n'est point du côté où il s'est tourné, elle est là. Entre une interprétation contraire à la science expérimentale et une autre conforme à tous les faits connus, il n'y a pas à hésiter.

L'Abeille italienne ou ligurienne (*Apis ligurica*) diffère, à première vue, de celle de l'Europe centrale par sa couleur plus claire. Elle a les trois premiers anneaux de l'abdomen d'une nuance jaune orangé très-vive. Mais elle en diffère en outre par ses formes, qui sont plus allongées, plus élégantes. La tête et le corselet ne peuvent pas être confondus par un observateur attentif. Dans les recherches dont j'ai déjà parlé, et qui ont porté sur plusieurs milliers d'individus métis, ouvrières et faux-bourdons à l'état de cadavres, examinés attentivement un par un et classés en catégories d'après le nombre et la nuance de leurs anneaux jaunes, il m'est arrivé très-souvent de constater, avec les trois anneaux complétement jaunes de l'italienne, les formes typiques de l'Abeille brune; avec les formes de celle-ci, les anneaux jaunes. D'autres individus présentaient le tout réuni, formes et couleur des anneaux de l'un ou de l'autre des deux types naturels.

Le rucher de Wissembourg était conduit en vue d'une substitution progressive des Abeilles jaunes aux Abeilles brunes, par la méthode du croisement continu. Si une telle opération se pratiquait dans un rucher situé à une distance suffisante de tout autre du même genre pour qu'il n'y eût point de relations possibles entre ses jeunes mères et les mâles bruns d'un rucher

étranger, elle serait aussi prompte que facile à réaliser. Il suffirait pour cela de remplacer en même temps toutes les mères brunes par des mères jaunes d'une pureté de race certaine et fécondées par des mâles de leur race. Alors, toutes les ouvrières, tous les mâles et toutes les femelles complètes qui naîtraient dans chaque ruche seraient sûrement de la race italienne. C'est ce qui a toujours été observé. Mais outre que de telles conditions d'isolement se trouvent bien rarement réalisées, dans un rucher un peu nombreux l'achat des mères italiennes entraîne à une dépense devant laquelle les apiculteurs reculent ordinairement. Ils préfèrent y mettre le temps, n'introduire qu'une ou deux de ces mères, et choisir ensuite, parmi celles qui se développent dans la ruche ou dans les ruches croisées, les sujets dont les caractères se rapprochent le plus de ceux propres à la race italienne. Il arrive que ces mères nouvelles, nées dans le rucher, soient pures, leur propre mère s'étant accouplée avec un mâle jaune. Mais il arrive aussi qu'elles soient métisses, par le fait d'un accouplement avec un mâle brun, comme dans le cas rapporté par M. J. Perez. Cela n'empêche pas qu'un certain nombre des femelles qui naissent de cet accouplement reproduisent les caractères italiens, ainsi qu'on l'a vu dans ce cas. C'est conforme aux lois de l'hérédité croisée. Et alors elles retardent la transformation, car d'elles naissent, quel que soit leur mâle, en même temps des individus des deux sexes complétement jaunes, ou complétement bruns, ou à la fois, et dans des proportions très-diverses, jaunes et bruns.

Ainsi se passaient les choses dans le rucher du pasteur Bastian, dont les mères étaient toutes au moins de deuxième génération. Parmi les ruches, les unes étaient plus uniformément de caractère italien, les autres moins. Elles s'acheminaient, à des allures différentes, vers la pureté par la sélection attentive qui était faite des mères, grâce à la grande habileté de l'apiculteur de Wissembourg et à la facilité que donnent, pour de telles opérations, les ruches à rayons mobiles dont il a été en France le principal promoteur. Elles facilitent aussi gran-

dement les observations comme celles qui nous occupent. Pour mieux dire, elles les rendent seules possibles. Aussi ai-je pu voir, dans ces ruches dont l'origine métisse nous était connue, se produire le fait de mères dont les caractères de forme et de couleur étaient exactement ceux de l'Abeille ligurienne et donnant naissance à des ouvrières et à des mâles complétement ou presque complétement de la race brune par leurs formes et leur couleur, bien qu'elles se fussent accouplées avec les mâles du rucher chez lesquels dominaient déjà les caractères italiens.

L'interprétation de ce fait ne présente pour nous aucune difficulté. Il est l'expression d'une loi solidement établie, comme je l'ai déjà dit. Cette loi régit la reproduction des métis de tous les genres dans les divers embranchements du règne animal. M. Naudin a montré qu'elle s'étend au règne végétal : elle est donc absolument générale. C'est la loi fondamentale de l'espèce organisée. Ceux-là mêmes qui nient que l'espèce soit une réalité naturelle, admettent sa puissance. Ils reconnaissent l'influence ancestrale, l'atavisme, la réversion à des caractères non existants chez les parents immédiats. Ils s'en font un argument en faveur de leurs propres conceptions.

Cette loi de réversion, indéniable, des milliers de fois vérifiée, fournit si facilement et d'une manière si satisfaisante l'interprétation des faits observés par M. J. Perez, qu'il y a vraiment lieu d'être surpris de le voir, en présence de ces faits, s'inscrire contre une notion physiologique expérimentalement acquise, plutôt que de douter de la pureté d'une mère Abeille dont l'origine précise ne lui est peut-être pas connue, et de les attribuer à son atavisme multiple.

En vérité, cette mère Abeille a manifesté les phénomènes d'hérédité qui se font observer chez toutes les métisses. Elle avait elle-même les caractères extérieurs de l'italienne pure, du moins les caractères de couleur (car nous ne savons point ce qu'il en est au sujet des formes). Accouplée avec un mâle brun, les œufs qu'elle a pondus, imprégnés par le sperme de ce mâle, ont donné naissance à des ouvrières de caractères variés,

comme le sont ceux de toutes les populations métisses. Il eût été intéressant d'en avoir une statistique, pour la comparer avec celle qui est donnée au sujet des faux-bourdons produits par la même mère. Ceux-ci, elle les a engendrés toute seule, sans le concours du mâle. Sur 300 examinés, 151 (un peu plus de la moitié) sont notés comme italiens purs, 83 comme français et 66 comme participant à des degrés divers des caractères de l'une et de l'autre race.

Faisons pour un instant l'hypothèse gratuite de l'intervention de l'élément mâle dans la procréation des faux-bourdons. D'après les lois connues de l'hérédité, trois cas pourraient se présenter : 1° l'hérédité maternelle serait prédominante; 2° ce serait au contraire l'hérédité paternelle qui prédominerait; 3° les deux hérédités seraient équivalentes. Dans le premier cas, tous les descendants auraient les caractères italiens, dans le deuxième, ils auraient tous les caractères français; dans le troisième, leurs caractères seraient toujours mélangés en proportions variables.

Au lieu de cela, que voyons-nous? Les deux atavismes italien et français se partagent l'influence, avec prédominance très-sensible de l'italien: 151 faux-bourdons sur 300 ont hérité de la couleur italienne pure, qui était celle de leur mère; 66 en ont hérité pour une partie plus ou moins forte; 83 seulement n'en ont pas hérité du tout. En somme, l'atavisme italien s'est fait sentir dans $151 + 66 = 217$ cas sur 300; l'atavisme français dans $83 + 66 = 149$ seulement. En admettant que dans les 66 cas mixtes la part des deux atavismes ait été égale, il y a donc eu, sur le total de 300, en faveur de l'italien, $151 + 33 = 184$; en faveur du français, $83 + 33 = 116$. Le rapport entre les deux réversions a été ainsi $= 184 : 116$ ou sensiblement $= 1,5 : 1$.

Il suffit, pour expliquer théoriquement le rapport qui vient d'être constaté, d'admettre que la mère italienne, supposée de race pure, qui a fourni ces résultats, était fille d'une métisse accouplée avec un mâle pur, ce qu'on appelle plus ou moins exactement 3/4 de sang, et ce que nous nommons une

deuxième métisse, en admettant aussi (comme cela est permis) que les puissances héréditaires primitives ou les atavismes fussent égaux. En ce cas, en effet, l'atavisme italien serait intervenu une fois et demie contre une fois seulement le français. La première métisse aurait représenté, en nombres, pour une valeur égale à 100, la moitié de l'atavisme paternel $= 50$ et la moitié de l'atavisme maternel $= 50$. La deuxième métisse représenterait $50 + 25 = 75$ de la race de son père italien, et seulement 25 de celle de son grand-père français ; or $50 + 25 = 75 : 50 = 1,5 : 1$.

D'où il suit évidemment que les faits observés par M. J. Perez sont des faits de réversion déterminée par l'atavisme ou hérédité ancestrale, et non point, comme il l'a avancé, « que les œufs de faux-bourdons comme les œufs de femelles reçoivent le contact du sperme déposé par le mâle dans les organes de la reine ». Dans l'état de la science, ces faits autorisent à affirmer sans aucune hésitation l'origine métisse de l'Abeille mère qui les a fournis. Il n'y a certes point là de quoi justifier le jugement porté sur la valeur des premières observations de Dzierzon, tant de fois confirmées par des observateurs et des expérimentateurs aussi attentifs qu'on puisse le désirer.

La théorie parthénogénésique n'est en outre point acceptée dans la science seulement en raison de son utilité pour expliquer le fait relatif aux Abeilles italiennes. Elle est, comme je l'ai montré en commençant, appuyée sur des expériences inattaquables, sans parler de ce qui concerne les autres genres d'insectes, et notamment les Pucerons. Ce fait eût-il été mal constaté, fût-il controuvé, comme cela est avancé, elle n'en subsisterait pas moins. Il nous resterait seulement à reconnaître, ainsi que l'occasion nous en est souvent fournie, qu'il y a là des phénomènes dont la condition déterminante ne nous est pas encore connue.

Mais il est clair maintenant, je pense, que M. J. Perez s'est beaucoup trop avancé en qualifiant d'insuffisante l'observation de Dzierzon, et qu'il n'a pas donné de la sienne propre l'interprétation la plus exacte. En la faisant rentrer dans l'ordre des

faits d'hérédité bien connus des zootechnistes expérimentateurs, nous avons montré que la parthénogenèse des Abeilles n'en subit aucune atteinte, qu'elle reste un fait acquis expérimentalement, et non pas une pure hypothèse explicative, imaginée à plaisir par le curé silésien.

Que le phénomène fût ou non exceptionnel dans le règne animal, ce n'est pas là ce qui pourrait nous émouvoir. En science, on doit être prêt à accepter toutes les réalités. Il convient de se montrer très-sévère sur la validité des preuves. Mais il importe peu que les faits nouveaux dérangent nos connaissances ou nos idées générales. Ainsi que l'a écrit M. Chevreul, « *anomalie* est un mot impropre en matière de science, dont l'équivalent véritable est notre *ignorance* » ; et, ainsi qu'il l'a ajouté excellemment, « quand une proposition a été établie comme *loi de la nature*, si des faits surviennent et la contredisent, la vérité exige qu'elle soit réformée, ou au moins modifiée, si la proposition n'est pas entièrement erronée. »

M. Maurice Girard (1) a proposé de son côté une interprétation des faits constatés par M. J. Perez, qui consiste à admettre que dans la ruche où ces faits se sont produits, il y avait des ouvrières pondeuses. Je ne pense pas que l'existence simultanée de celles-ci et d'une mère ait été dans aucun cas mise hors de doute par une observation rigoureuse. Dans l'état de la science à cet égard, l'opinion de M. Maurice Girard ne me paraît donc pas pouvoir être acceptée, en présence de l'argumentation que je viens de développer.

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXVII, p. 755.

FIN DU SEPTIÈME VOLUME.

TABLE DES ARTICLES

CONTENUS DANS LE TOME VII.

TABLE DES ARTICLES

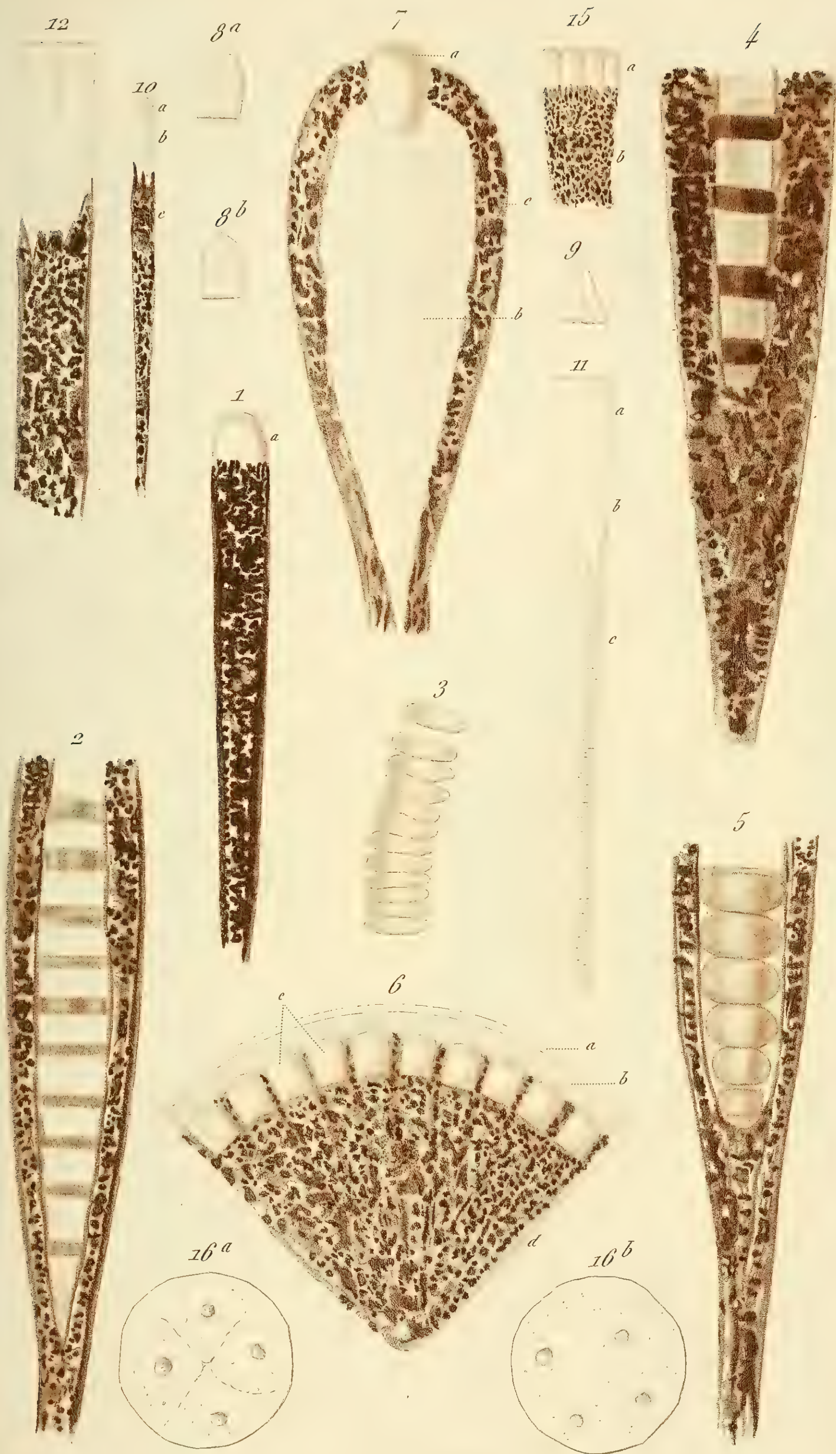
PAR NOMS D'AUTEURS.

TABLE DES PLANCHES

RELATIVES AUX MÉMOIRES CONTENUS DANS CE VOLUME.

FIN DES TABLES.

PARIS. — IMPRIMERIE E. MARTINET, RUE MIGNON, 2



Structure des yeux des Annélides et des Crustacés.

Imp. A. Salmon, r. Vieille Estrapade, 15, Paris.



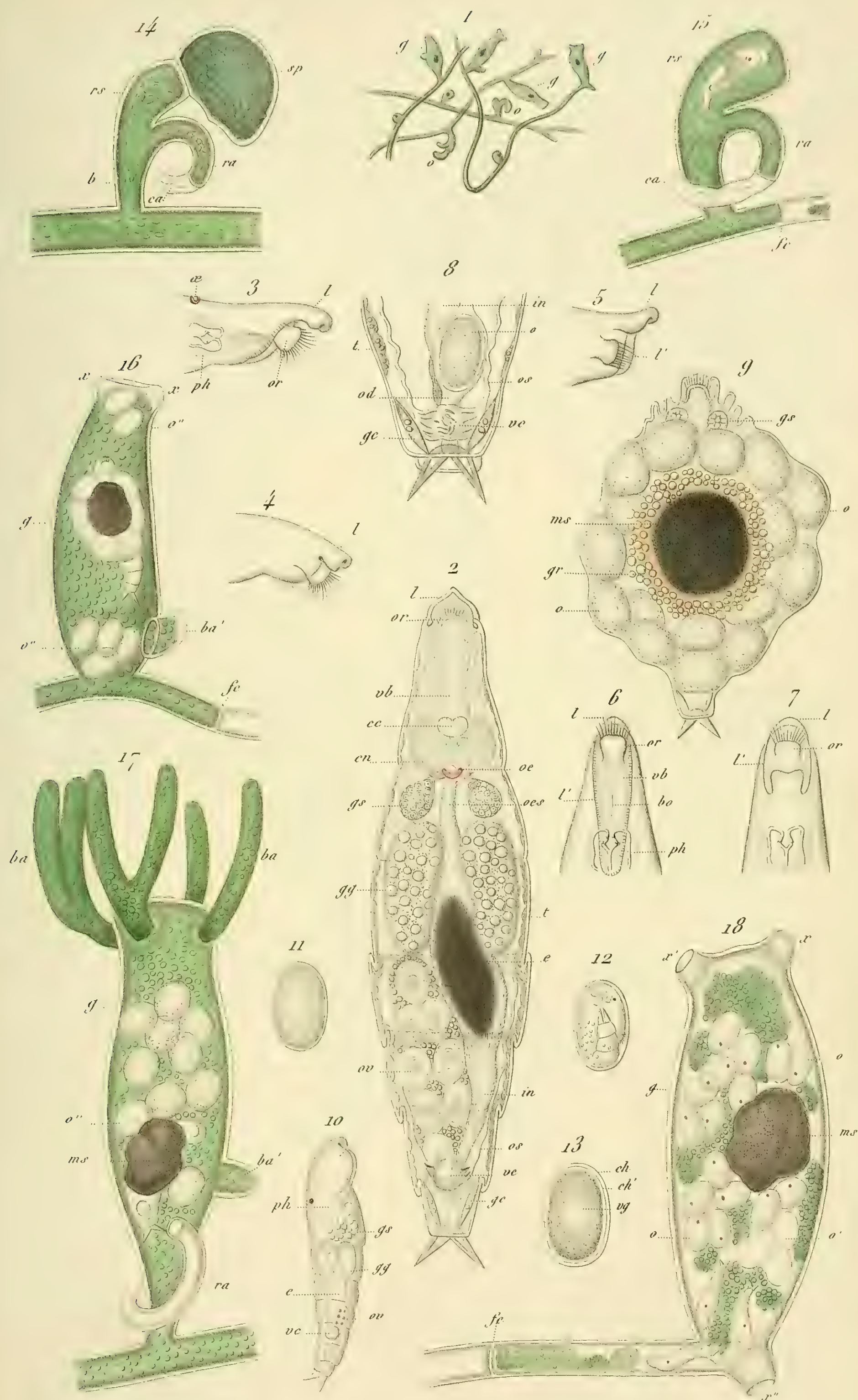
Structure des yeux des Annélides et des Crustacés.

Imp. A. Salmon, r. Vieille Estrapade, 15, Paris.



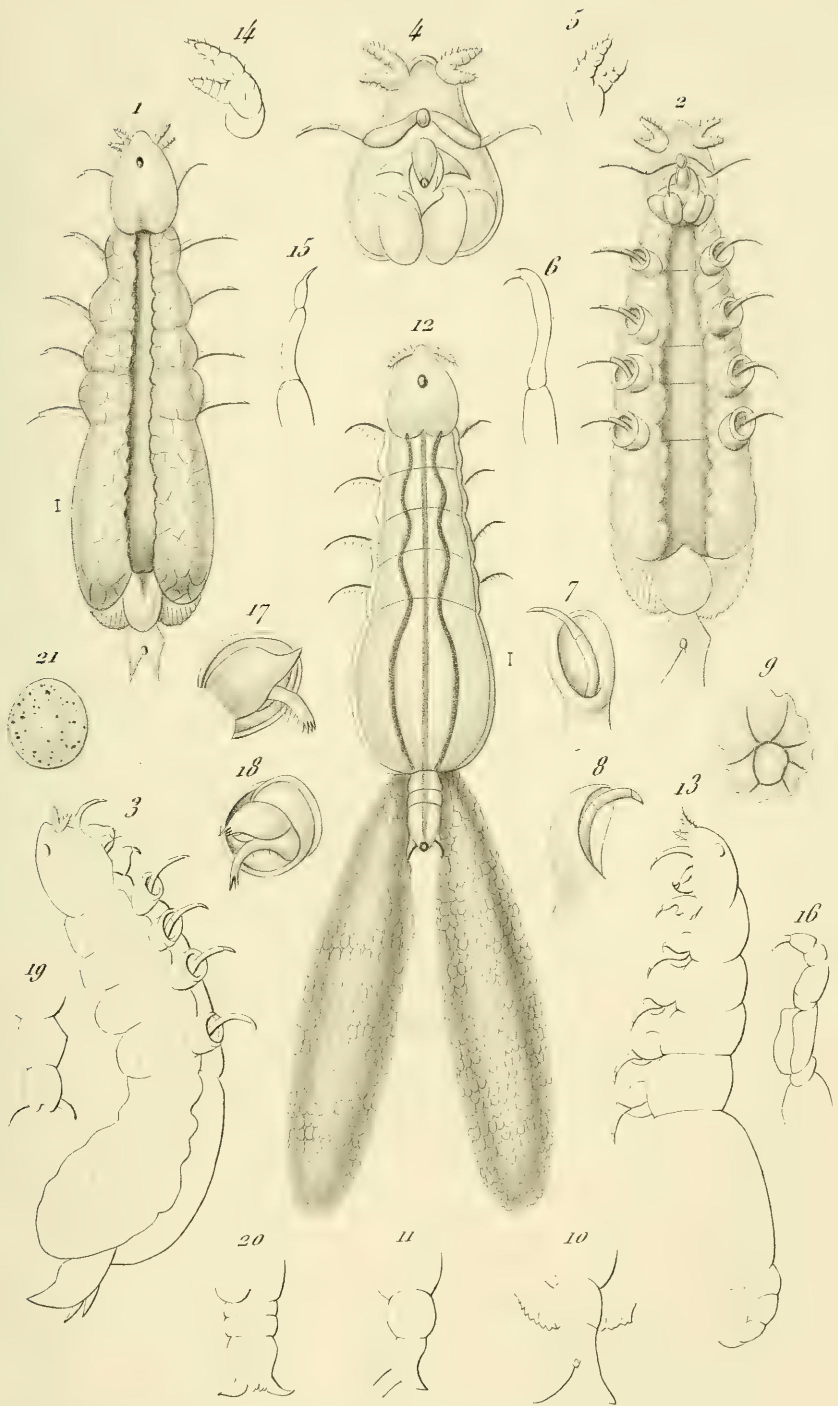
Structure des yeux des Annélides et des Crustacés.

Imp. A. Salmon, r. Vieille Estrapade, 15, Paris.



G. Balbiani del. Lagesse sc.

Notommata Werneckii et ses galles sur le Vaucheria terrestris.



Hesse del. · Lagesse sc.

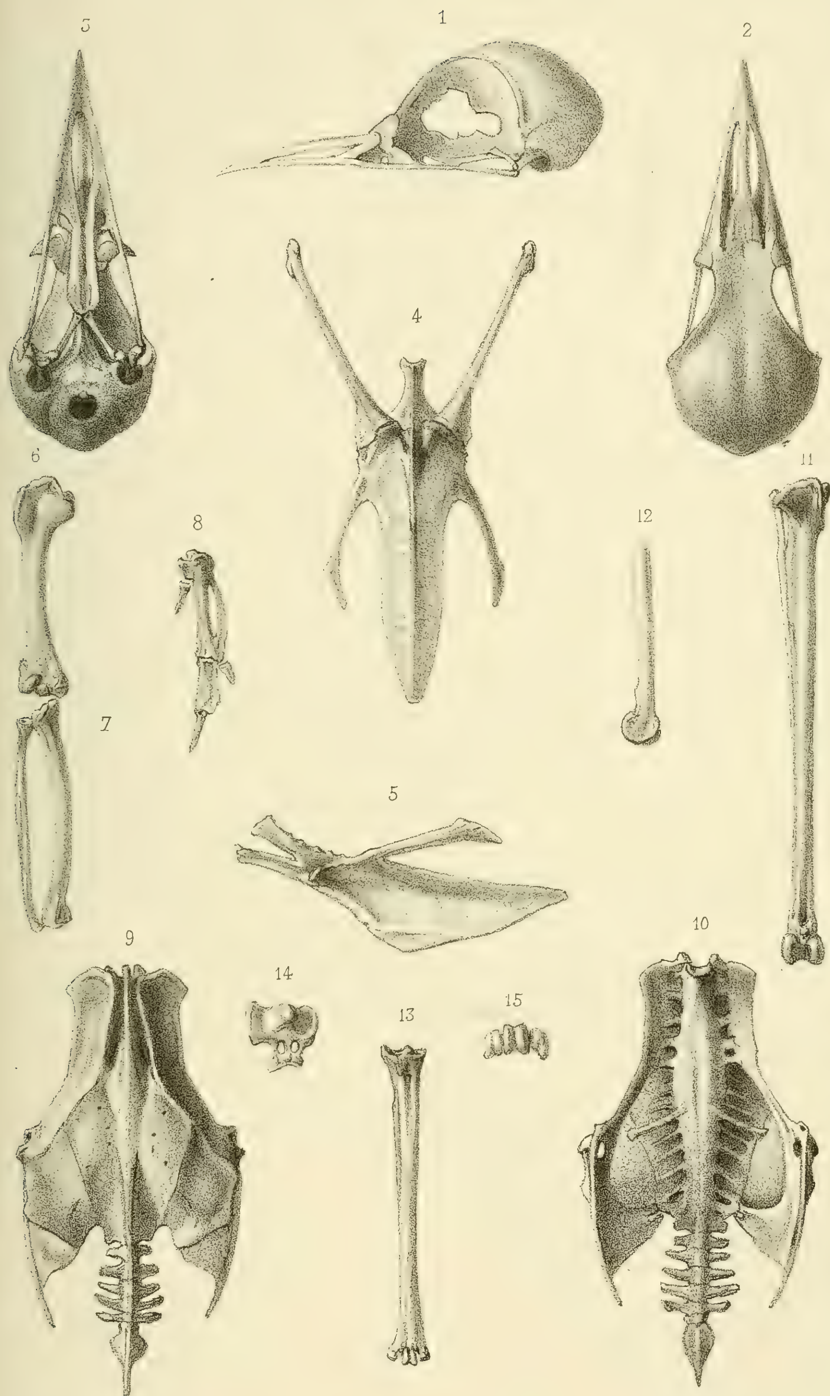
1 à 11 Pachyneste violet. — 12 à 20 Polyoone jaune.

Imp. A. Salmon, r. Vieille Estrapade, 15, Paris.

C. Brongniart del. Lagesse sc.

Protophasma Dumasii.

Imp. A. Salmon, r. Vieille Estrapade, 15, Paris.



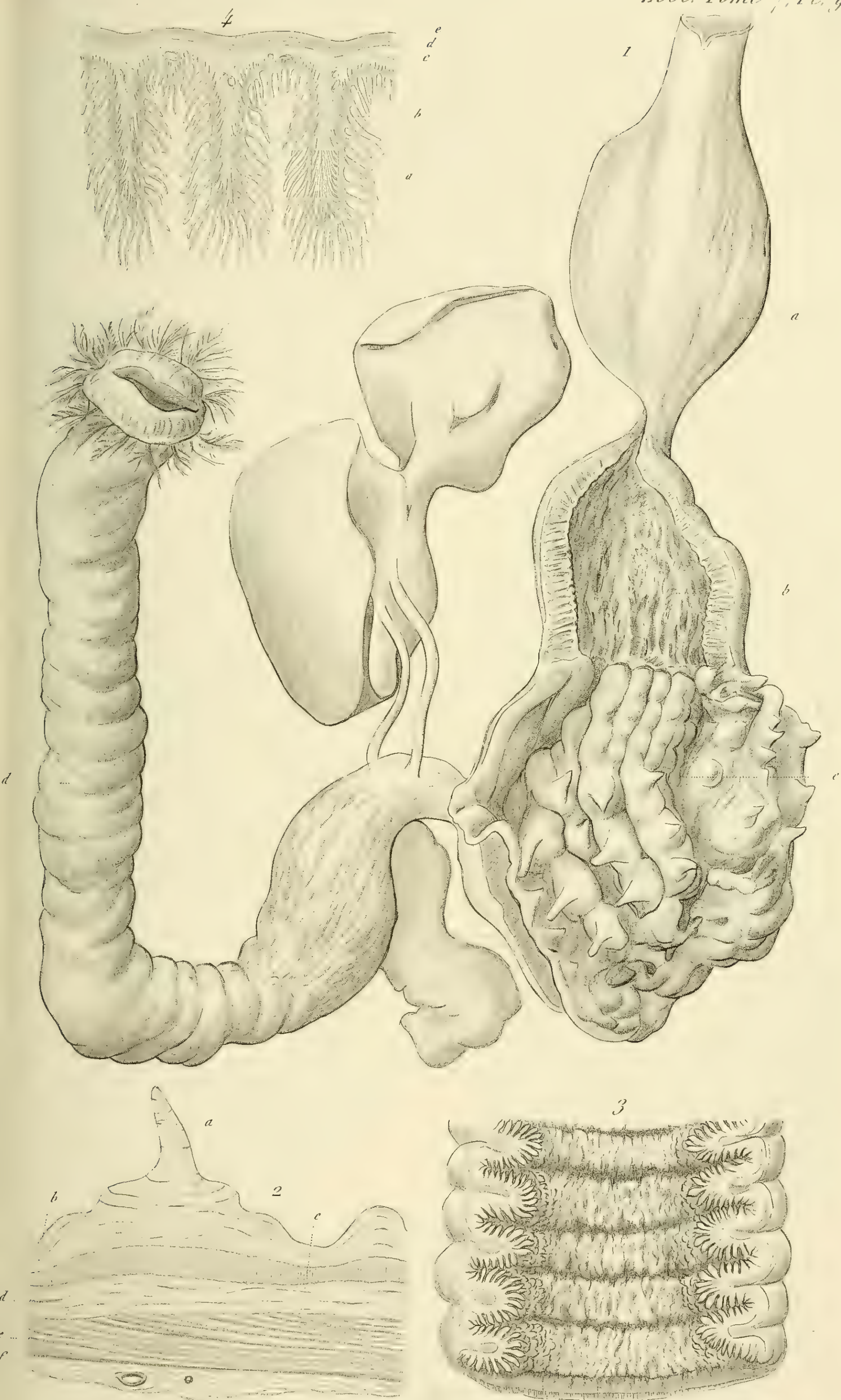
Louveau lith. Imp. Becquet, Paris.

Ostéologie du genre Mesites.

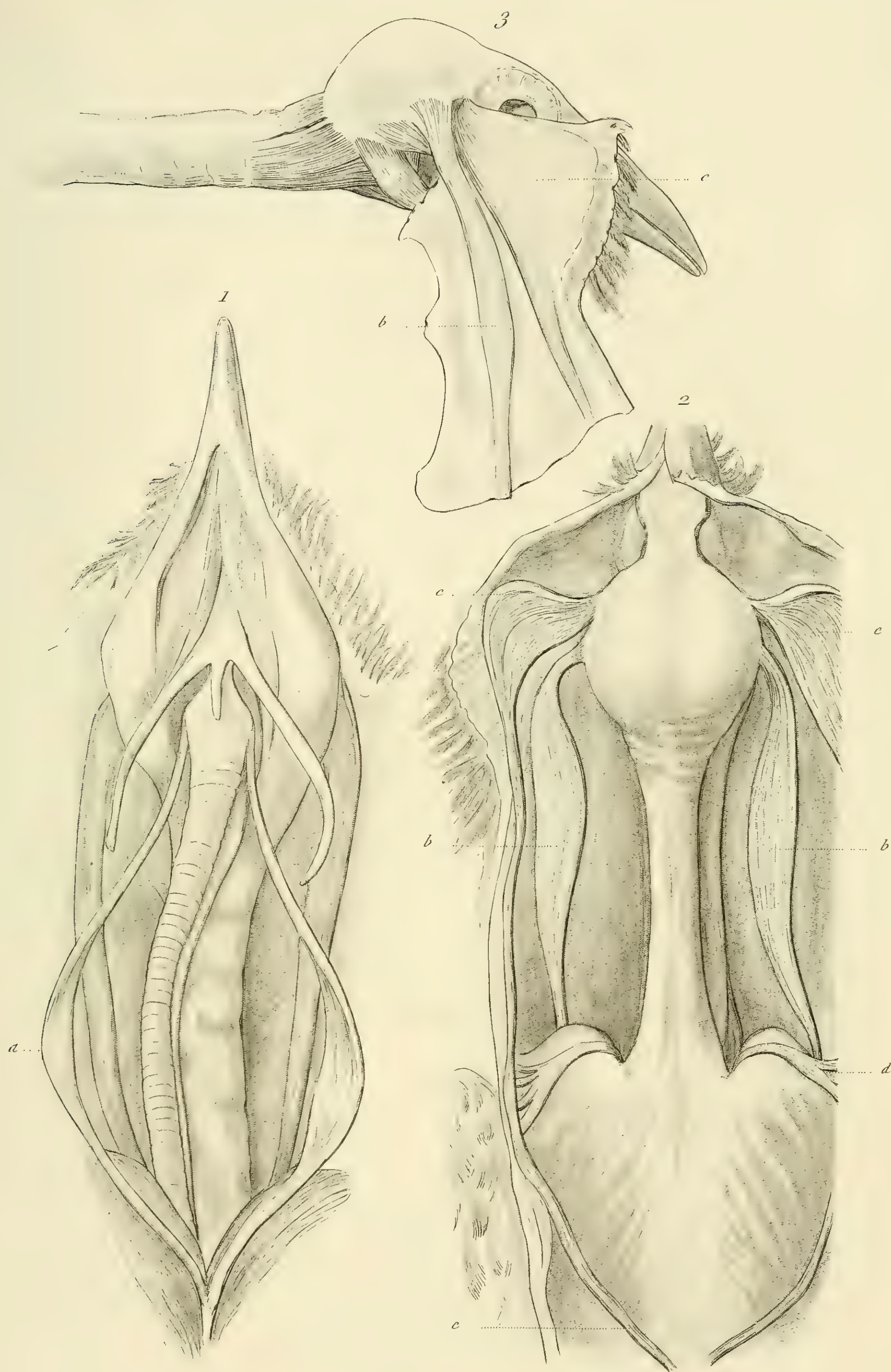


Huët lith. Imp. Becquet, Paris.

Perameles Raffrayanus (A Edw.)



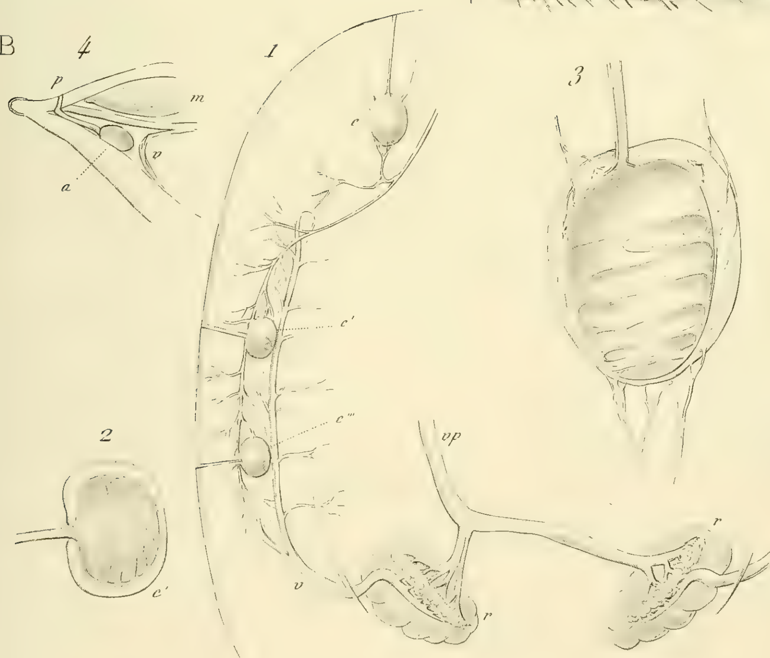
Appareil digestif du Carpophage goliath.



Muscles peauciers du Lophorina superba.

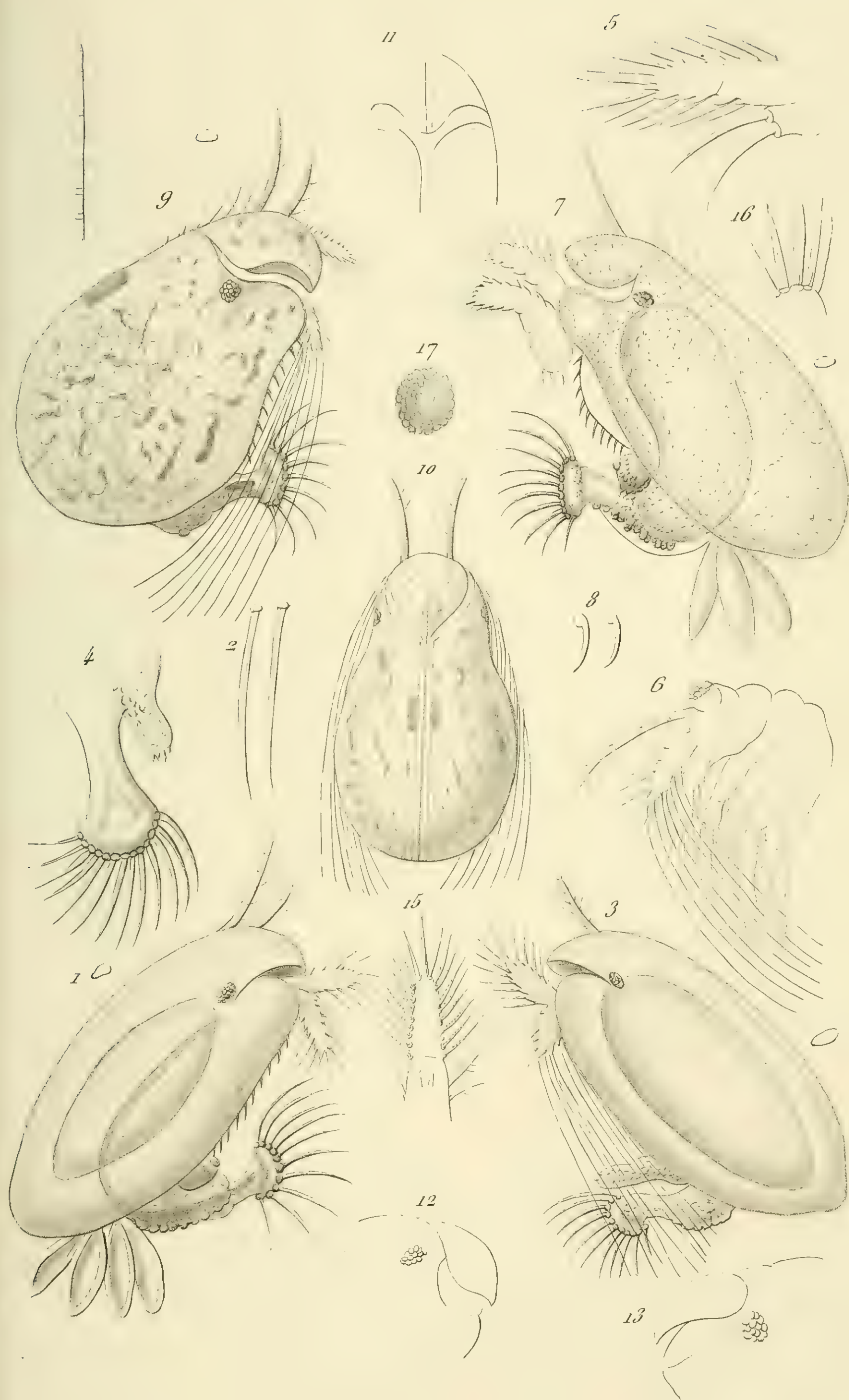
Imp. A. Salmon, r. Vieille Estrapade, 15, Paris.

A



A *Muscles peauciers.*

B *Poches contractiles du Tronyx.*



Copechætes

Imp. A. Salmon, r. Vieille Estrapade, 15, Paris.

Fig. 1. 18/1



Fig. 2. 20/1



Fig. 1. a

Fig. 2. a

M. Duval. del.

Ligne primitive.

Fig. 3.



Fig. 3. a



Fig. 3. b



Fig. 3. c

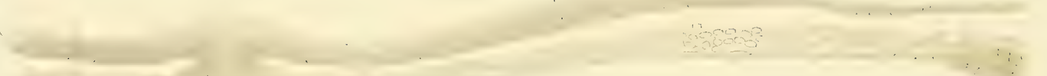


Fig. 3. d

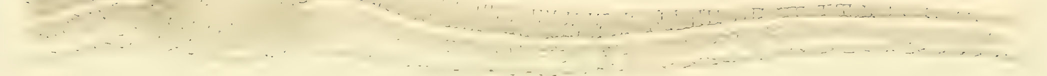
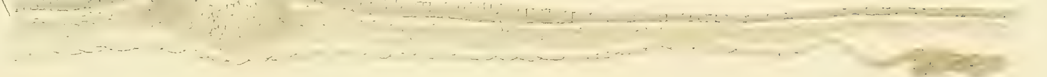


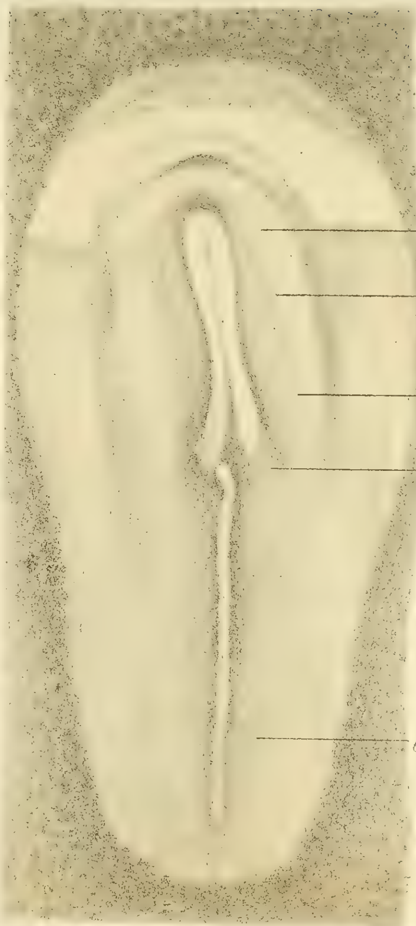
Fig. 3. e



M. Duval. del. L. Combes. lith

Ligne primitive.

Imp. Boehm & Fils. Montpr.



M. Duval, del.

Ligne primitive.

Fig. 5. 20/1

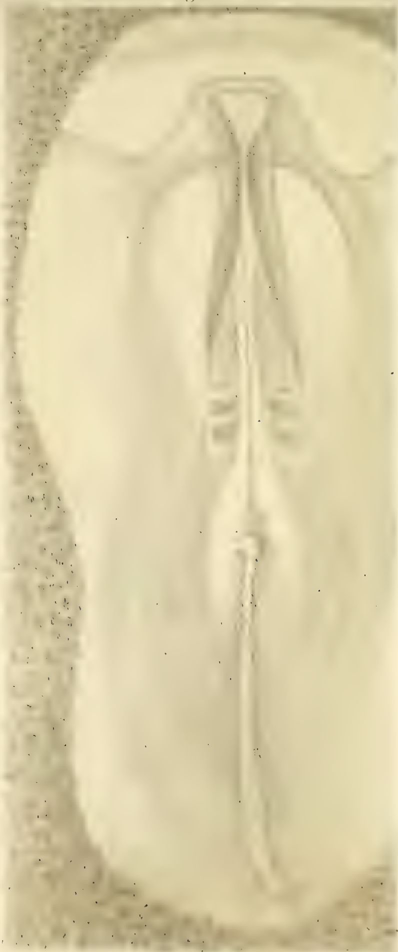


Fig. 6 18/1



Fig. 6. a

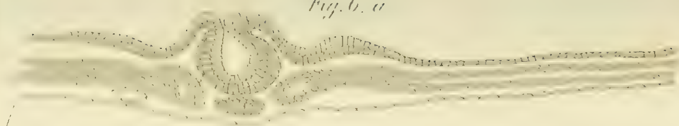


Fig. 6. b

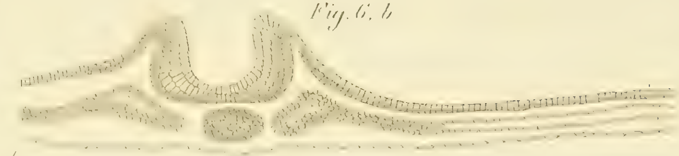


Fig. 6. c



Fig. 6. d

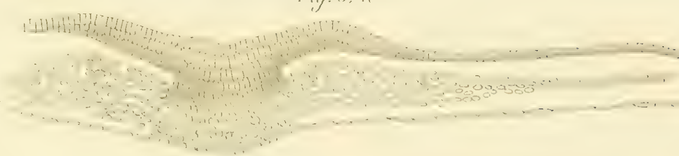


Fig. 6. e



M. Duval del.

Ligne primitive

Imp. Boehm & Fils, Montp.r


Fig. 7. 24/1


Fig. 8. 10/1

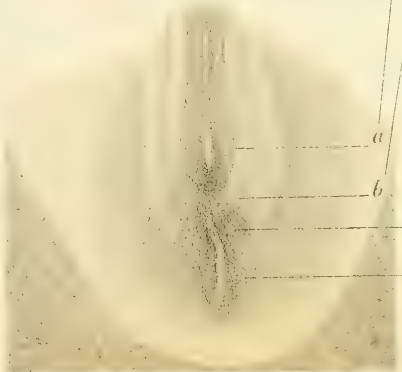
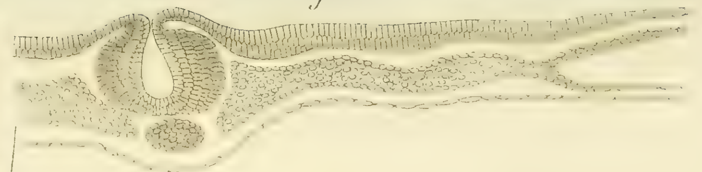
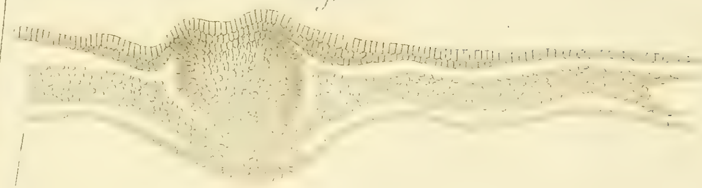
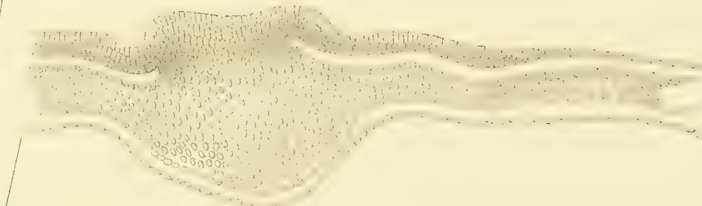
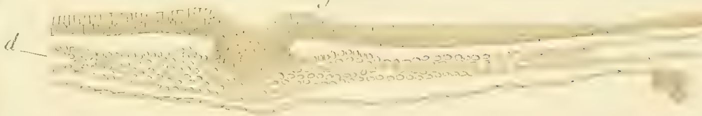


Fig. 9. 26/1


Fig. 9. a.


Fig. 9. b.


Fig. 9. c.


Fig. 9. d.

Ligne primitive.

M. Duval, del.

Fig. 10. 5/1.

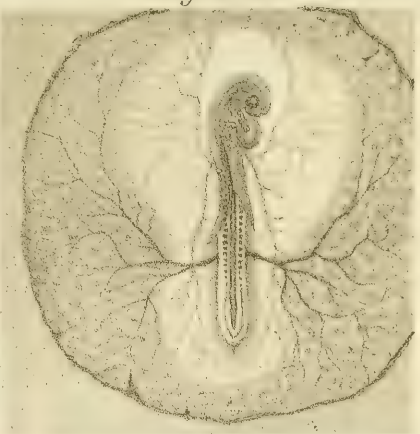


Fig. 11. 24/1

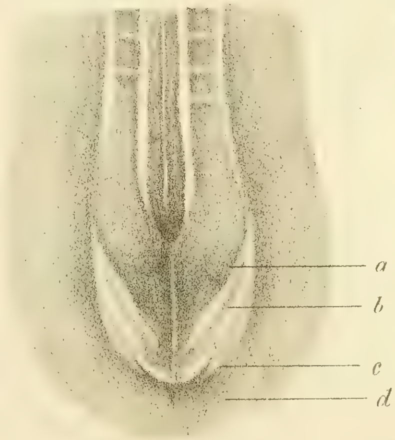


Fig. 12.

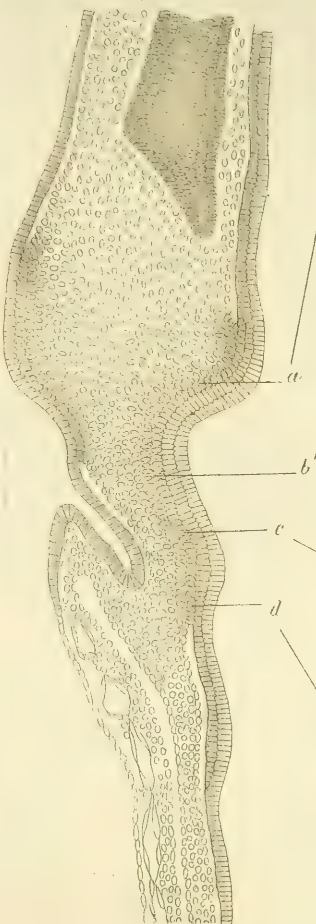


Fig. 12. a.

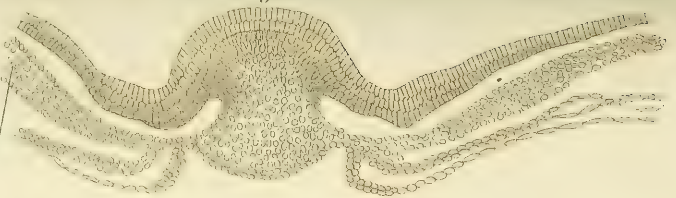


Fig. 12. b.

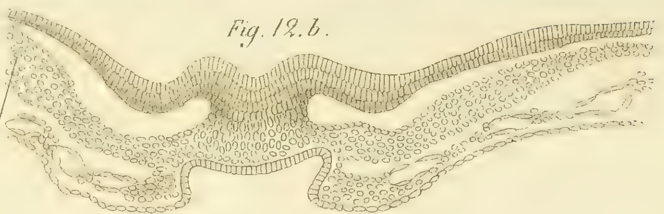


Fig. 12. c.

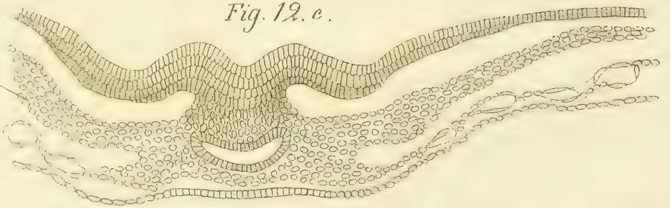
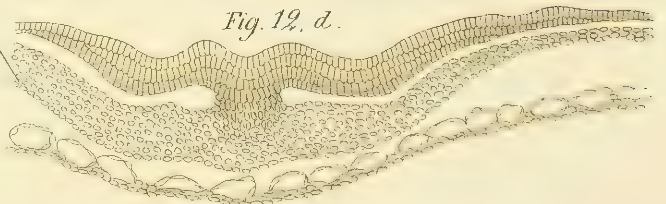


Fig. 12. d.

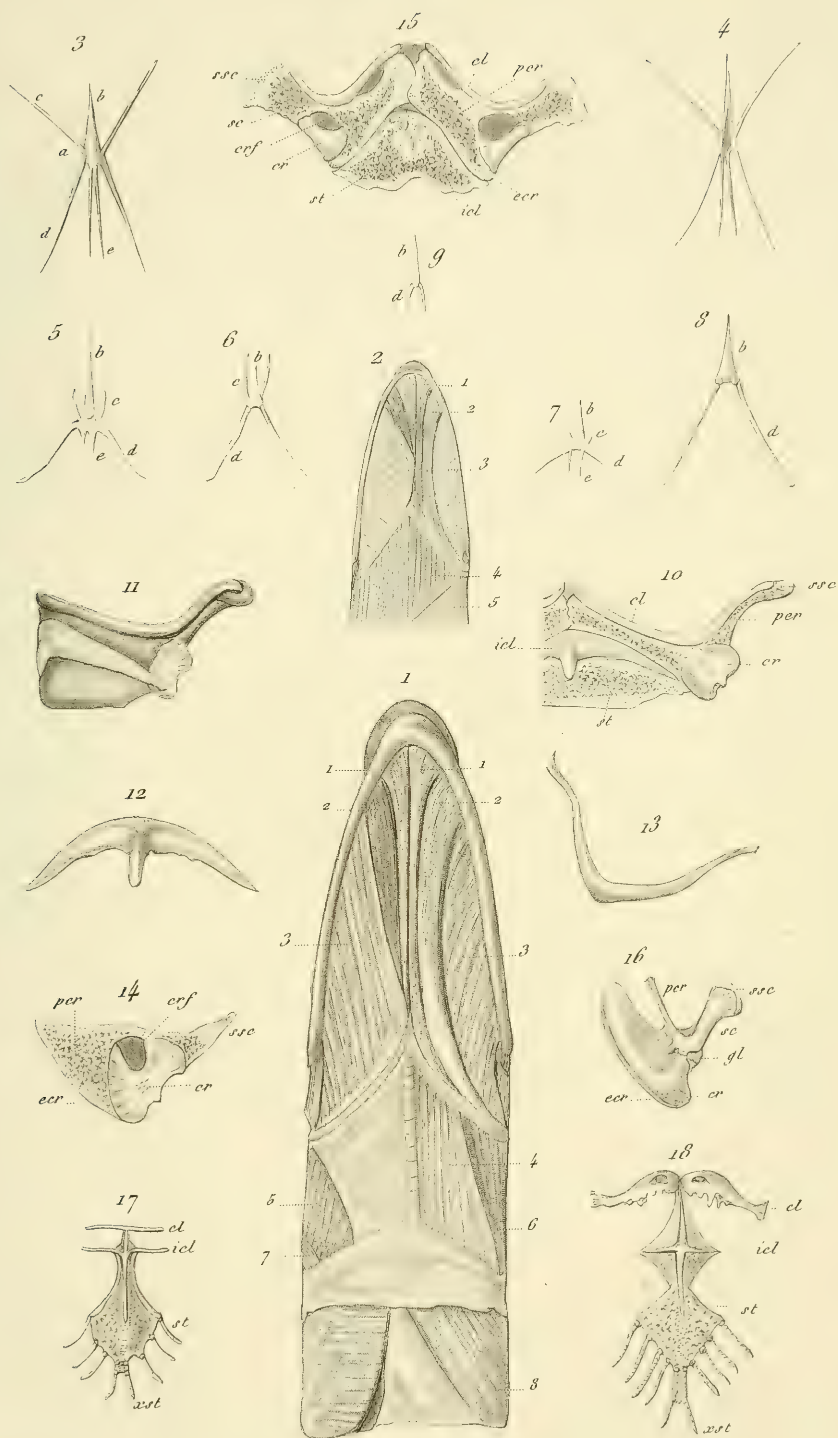


M. Duval, del.

Ligne primitive.

L. Combes, lith.

Imp. Boehm & Fils. Montpr.



E. S. del.

Membre antérieure du Pseudope de Pallas.

Imp. A. Salmon, r. Vieille Estrapade, 15, Paris.

ANNALES

DES

SCIENCES NATURELLES

SIXIÈME SÉRIE

ZOOLOGIE

ET

PALÉONTOLOGIE

COMPRENANT

L'ANATOMIE, LA PHYSIOLOGIE, LA CLASSIFICATION
ET L'HISTOIRE NATURELLE DES ANIMAUX

PUBLIÉES SOUS LA DIRECTION DE

MM. H. ET ALPH. MILNE EDWARDS

TOME VII — N° 1

PARIS
G. MASSON, ÉDITEUR
LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE DE PARIS
10, rue Hautefeuille (installation provisoire)

PARIS, 25 FR. — DÉPARTEMENTS, 26 FR
Publié le 20 mars 1878.

G. MASSON, ÉDITEUR

LES

OISEAUX DE LA CHINE

PAR

M. l'abbé Armand DAVID, M. C.

Ancien missionnaire en Chine
Correspondant de l'Institut, du Muséum d'histoire naturelle, etc.

ET

M. E. OUSTALET

Docteur ès sciences
Aide-naturaliste au Muséum
Membre correspondant de la Société zoologique de Londres

1 vol. de texte de VII-573 pages
et un atlas de 124 planches dessinées par M. Arnould
et coloriées avec soin au pinceau

2 vol. gr. in-8°

RELIURE DE LUXE, FERS SPÉCIAUX

Prix : 150 francs

LA

PRESSION BAROMÉTRIQUE

RECHERCHES

DE PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE

PAR

M. Paul BERT

Professeur à la Faculté des sciences, lauréat de l'Institut

1 vol. gr. in-8° de VIII-1168 pages, avec 89 figures dans le texte

Cartonné à l'anglaise : **25 francs**

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS CE CAHIER

Planches contenues dans ce cahier.

PARIS. — IMPRIMERIE DE E. MARTINET, RUE MIGNON, 2

ANNALES

DES

SCIENCES NATURELLES

SIXIÈME SÉRIE

ZOOLOGIE

ET

PALÉONTOLOGIE

COMPRENANT

L'ANATOMIE, LA PHYSIOLOGIE, LA CLASSIFICATION
ET L'HISTOIRE NATURELLE DES ANIMAUX

PUBLIÉES SOUS LA DIRECTION DE

MM. H. ET ALPH. MILNE EDWARDS

TOME VII — N° 2—4

PARIS
G. MASSON, ÉDITEUR
LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE DE PARIS
Boulevard Saint-Germain, 120, en face de l'École de Médecine

PARIS, 25 FR. — DÉPARTEMENTS, 26 FR
Publié le 5 août 1878.

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS CE CAHIER

Planches contenues dans les cahiers 2, 3 et 4.

PARIS. — IMPRIMERIE DE E. MARTINET, RUE MIGNON, 2

49e ANNÉE. — VIe SÉRIE. TOME VII. — 5 et 6.

ANNALES

DES

SCIENCES NATURELLES

SIXIÈME SÉRIE

ZOOLOGIE

ET

PALÉONTOLOGIE

COMPRENANT

L'ANATOMIE, LA PHYSIOLOGIE, LA CLASSIFICATION
ET L'HISTOIRE NATURELLE DES ANIMAUX

PUBLIÉES SOUS LA DIRECTION DE

MM. H. ET ALPH. MILNE EDWARDS

TOME VII, Nos 5–6

PARIS
G. MASSON, ÉDITEUR
LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE DE PARIS
Boulevard Saint-Germain, en face de l'École de médecine

PARIS, 25 FR. — DÉPARTEMENTS, 26 FR.

CONDITIONS DE LA SOUSCRIPTION

ANNALES DES SCIENCES NATURELLES

SIXIÈME SÉRIE

Zoologie, publiée sous la direction de MM. H. et Alph. Milne Edwards.

Il paraît chaque année 2 vol. gr. in-8°, avec les planches correspondant aux Mémoires. Chaque volume est publié en six cahiers paraissant mensuellement.

Prix de l'abonnement annuel : 25 fr.

Botanique, publiée sous la direction de MM. A. Brongniart et J. Decaisne.

Il paraît chaque année 2 vol. gr. in-8°, avec les planches correspondant aux Mémoires. Chaque volume est publié en six cahiers paraissant mensuellement.

Prix de l'abonnement annuel : 25 fr.

Prix des collections :

Première série (Zoologie et Botanique réunies), 30 vol.	(*Rare.*)
Deuxième série (1834-1843). Chaque partie, 20 vol.	250 fr.
Troisième série (1844-1853). Chaque partie, 20 vol.	250 fr.
Quatrième série (1854-1863). Chaque partie, 20 vol.	250 fr.
Cinquième série (1864-1873). Chaque partie, 20 vol.	250 fr.

ANNALES DES SCIENCES GÉOLOGIQUES

Dirigées, pour la partie géologique, par M. Hébert, et pour la partie paléontologique, par M. Alphonse Milne Edwards.

Il est publié chaque année, à partir de janvier 1870, 1 vol. gr. in-8°, avec les planches et figures dans le texte correspondant aux Mémoires. Le volume paraît en quatre fascicules trimestriels.

Prix de l'abonnement annuel : 15 fr.

Nota. — Il est accepté des abonnements aux *Annales des sciences naturelles* et aux *Annales des sciences géologiques*, en tout cinq volumes annuellement, au prix de 60 francs au lieu de 65 francs.

G. MASSON, ÉDITEUR

LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

Boulevard Saint-Germain et rue de l'Éperon

EN FACE DE L'ÉCOLE DE MÉDECINE

L'ART DES JARDINS

TRAITÉ GÉNÉRAL
DE LA COMPOSITION
DES
PARCS ET JARDINS

PAR ÉDOUARD ANDRÉ

ARCHITECTE-PAYSAGISTE

ANCIEN CHEF DE SERVICE DES PLANTATIONS SUBURBAINES DE LA VILLE DE PARIS

RÉDACTEUR EN CHEF DE L'*Illustration horticole*, ETC.

Un volume très-grand in-8° de 886 pages

Avec 11 planches en chromolithographie et 520 figures dans le texte.

Prix : 35 francs

LE TRAITÉ DES PARCS ET JARDINS est divisé en DOUZE chapitres dont les titres indiqueront sommairement le plan et l'esprit de l'ouvrage.

PREMIÈRE PARTIE. — L'ART. Les Jardins dans l'antiquité. — Les Jardins depuis la chute de l'empire romain jusqu'au XVIIe siècle. — Les Jardins paysagers. — Esthétique. — Du sentiment de la nature. — Principes généraux de la composition des Jardins. — Division et classement des Parcs et Jardins.

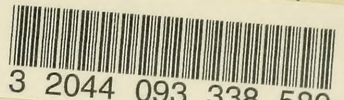
DEUXIÈME PARTIE. — LA PRATIQUE. Examen du terrain, plan, devis. — Travaux d'exécution : Tracés. — Travaux d'exécution : Vues, allées, terrassements, eaux, rochers, plantations, gazons, fleurs. — Exemples et descriptions de Parcs et Jardins classés suivant leur destination. — Constructions et accessoires d'utilité et d'ornement. Coup d'œil sur les Jardins actuels.

TABLE DES ARTICLES

CONTENUS DANS CE CAHIER

PLANCHES

PARIS. — IMPRIMERIE DE E. MARTINET, RUE MIGNON, 2


3 2044 093 338 580